

Aus der Abteilung für Vorklinische Prothetik,

Leiter: Professor Dr. Klaus L e h m a n n ,

der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und
Kieferkrankheiten der Universität Marburg.

Geschäftsführender Direktor:

Professor Dr. Dr. Hans-Jürgen H e r i n g

Vergleichende Untersuchungen zum Korrekturabdruck
und zu einzeitigen Abformverfahren für Kronen und
Brücken.

Inauguraldissertation zur Erlangung des
Doktorgrades der Zahnheilkunde im Fach-
bereich Humanmedizin der

Philipps Universität Marburg

vorgelegt von

Hans-Otto Burgdorf

aus Clausthal-Zellerfeld

1977

1978

Aus der Abteilung für Vorklinische Prothetik,

Leiter: Professor Dr. Klaus L e h m a n n ,

der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und
Kieferkrankheiten der Universität Marburg.

Geschäftsführender Direktor:

Professor Dr. Dr. Hans-Jürgen H e r i n g

Vergleichende Untersuchungen zum Korrekturabdruck
und zu einzeitigen Abformverfahren für Kronen und
Brücken.

Inauguraldissertation zur Erlangung des
Doktorgrades der Zahnheilkunde im Fach-
bereich Humanmedizin der

Philipps Universität Marburg

vorgelegt von

Hans-Otto Burgdorf

aus Clausthal-Zellerfeld

1977



Angenommen von dem Fachbereich Humanmedizin der
Universität Marburg/Lahn am 5. Mai 1978
gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches.

Dekan: Prof. Dr. F. Neurath

Referent: Prof. Dr. K. Lehmann

Correferent: Prof. Dr. Dr. W. T. Klötzer

Inhaltsübersicht

Seite

I	Einleitung und Problemstellung	4
II	Literaturübersicht	5
III	Material und Methode	7
	A Materialien	7
	B Versuchsanordnung	
	1. Der Prüfkörper	9
	2. Das Abformverfahren	11
	3. Herstellung der Modellstümpfe	11
	4. Ausmessen der Modelle	11
	5. Das Auswertungsverfahren	12
	6. Die verschiedenen Abform- techniken	13
IV	Ergebnisse	24
V	Diskussion	54
VI	Zusammenfassung	58
VII	Literaturverzeichnis	59
VIII	Zusammenstellung der Meßprotokolle	62

I Einleitung und Problemstellung

Bei der Herstellung von Kronen, Brücken und Inlays können materialbedingte Ungenauigkeiten auftreten, die die Paßgenauigkeit der zu erstellenden Werkstücke beeinflussen. Bei der Herstellung von festsitzendem Zahnersatz benutzt man Abdruckmaterial, Modellmaterial, Modellierwachs, Einbettmasse und Goldlegierungen. Bei der Verarbeitung jedes dieser Materialien können Fehler auftreten, die sich insgesamt in einer Dimensionsänderung des fertigen Werkstückes niederschlagen. Das bedeutet, daß der fertige Zahnersatz dem im Munde des Patienten vorbereiteten Zahn nicht genau entspricht.

Speziell an die Abdruckmaterialien wird die Forderung gestellt, die präparierten Pfeiler so genau wie möglich abzuformen (4,20). Weiterhin ist es erforderlich, daß die Materialien einfach zu verarbeiten sind und die Verarbeitungszeit den klinischen Notwendigkeiten entspricht.

Aufgabe dieser Arbeit ist es, das Dimensionsverhalten verschiedener Abdruckmaterialien zu prüfen. Verwendet wurden die Materialien Silaplast-Silasoft und Optosil-Xantopren, Sicciform, Impregum, sowie Delicron und Perma Gum. Die Abdrücke wurden unmittelbar nach der Abdrucknahme mit einer definierten Mischung des Modellgipses Duroc ausgegossen und vermessen. Duroc wurde als Modellgips u.a. deshalb benutzt, weil nach H. Marx (18), sowie v. Merkat und Klötzer (21) die Mittelwerte der Abbindeexpansionen bei Duroc geringer waren, als bei anderen Modellgipsen.

II Literaturübersicht

Bei der Durchsicht der unserem Thema entsprechenden Veröffentlichungen stellten wir fest, daß es im wesentlichen zwei Arten der Prüfung für elastische Abdruckmaterialien gibt. Die meisten Arbeiten (Ahrens/Naujoks ⁽²²⁾, Fuchs/Kobes ⁽⁹⁾, Schwindling ⁽²⁶⁾) messen das Dimensionsverhalten der Abdruckmaterialien nach Herstellung eines Zwischenmodells aus Gips. Andere Arbeiten (Schwicke-rath ⁽²⁴⁾) messen die Materialverformung direkt am ausgehärteten Werkstoff. Bei den letztgenannten Arbeiten geht es vornehmlich um das elastische Verhalten der Abdruckmaterialien und weniger um ihre Abformgenauigkeit. Die Autoren, die ihren Abdruck mit Modellgips ausgießen und dieses Modell meist optisch vermessen, verwenden z.T. unterschiedliche Prüfkörper. Bergmann/Körber ⁽¹⁴⁾ arbeiten mit einem quaderförmigen Prüfkörper, während Ahrens/Naujoks ⁽²²⁾ ein säulenförmiges Modell abformen. Fuchs/Kobes ⁽⁹⁾, Gerats ⁽¹⁰⁾ und Hofmann/Ludwig ⁽¹²⁾ benutzen dagegen schon kegelförmige Modellstümpfe, die in ihren Maßen weitgehend Kronenstümpfen entsprechen. Verschiedene Arbeiten (Berger/Marxkors/Meiners ⁽¹⁾, Hofmann ⁽¹¹⁾) beschäftigen sich mit den theoretischen Grundlagen der Abformgenauigkeit bei elastomeren Abdruckmaterialien.

Neben den o.g. Arbeiten über das Formverhalten der elastischen Abdruckmassen interessieren auch die Veröffentlichungen über Modellgipse (Lehmann/Lange ⁽¹⁵⁾, Marx ⁽¹⁸⁾, v. Merkat/Klötzer ⁽²¹⁾).

Sehr viele Arbeiten beschäftigen sich mit der Theorie des Korrekturabdrucks. Berger ⁽¹⁾ und Marxkors ⁽¹⁹⁾ befassen sich mit der Theorie der Kettenbildung bei elastomeren Abformmaterialien. Bollmann und Meiners ⁽²⁾ messen die Verformung des Erstabdrucks beim Korrekturabdruck, Eichner ⁽³⁾ beschäftigt sich mit der Theorie der Abformung, wobei er Aussagen zur Art des Abdrucklöffels, zur Viskosität des Abdruckmaterials, zum Abformdruck, der Abformzeit und zur

Mundtemperatur macht. Finger ⁽⁵⁾ mißt die Abformgenauigkeit mehrerer gebräuchlicher Abformmaterialien in Bezug auf ihren Wärmeausdehnungskoeffizienten. Andere Arbeiten Finger und Lockowand ⁽⁶⁾, Fischer und Schaper ⁽⁷⁾, Franz ⁽⁸⁾, Hoffmann und Ludwig ⁽¹²⁾, Körber und Lehmann ⁽¹³⁾, sowie Schwickerath ^(23,24) und Schwindling ⁽²⁵⁾ untersuchen elastomere Abformmaterialien entweder direkt oder über die Anfertigung von Zwischenmodellen.

Hoffmann und Ludwig ⁽¹²⁾ kommen bezüglich des Korrekturabdrucks schon zu konkreten Ergebnissen, indem sie feststellen, daß ein Korrekturabdruck ohne Abflußrillen für das Korrekturmateriail zu schmale Modellstümpfe ergibt. Wenn der Erstabdruck von einem stilisierten Brückenmodell mit Abflußrillen versehen wird, wird genauer abgeformt. Eine "Weitung" des Erstabdrucks bringt ebenfalls bessere Ergebnisse. Lohmiller ⁽¹⁷⁾ weist bereits auf den Rückstellungseffekt beim Korrekturabdruck hin, der eintritt, wenn zu viel Korrekturmateriail in den Erstabdruck eingebracht wird.

Die wesentliche Arbeit im Zusammenhang mit dem von uns bearbeiteten Thema stammt von Körber und Lehmann ⁽¹³⁾. Diese befassen sich mit dem Formverhalten von Abformmaterialien, die nach unterschiedlichen Methoden verarbeitet werden. Sie formen ebenfalls einen Kegelstumpf ab, der dann indirekt über Gipsmodelle optisch vermessen wird. Die gemessenen Stümpfe waren beim Kupferring-Kern-Abdruck grundsätzlich breiter als das Original, beim Korrekturabdruck schmaler als das Original. Weitgehend originalgetreue Abformung findet man bei den Doppelmischabdrücken. Die Abweichungen konnten sowohl auf Eigenschaften der Abdruckmaterialien, als auch auf die Abdruckmethode selbst zurückgeführt werden.

III Material und Methode

A) Materialien

Nach Schwindling (27) können die Abdruckmaterialien wie folgt eingeteilt werden:

- I Irreversibel-starre Abformstoffe
- II Reversibel-starre (thermoplastische) Abformstoffe
- III Reversibel-elastische (thermoplastische) Abformstoffe
- IV Irreversibel-elastische Abformstoffe

Diese Arbeit beschäftigt sich mit Abdruckmaterialien der Gruppe IV. Vorwiegend wurden Silicone verarbeitet, in einer Versuchsreihe eine Polyäthergummi-Abformmasse. Die einzelnen Abformmaterialien wurden nach den Angaben der Hersteller verarbeitet. Im einzelnen wurden folgende Materialien geprüft und wie folgt behandelt:

Silaplast-Silasoft:

Silaplast: Dosierung: auf 1 Meßlöffel
Silaplast 1 Meßlöffel Härter
Mischzeit ca. 30 Sekunden
Verarbeitungszeit ca. 1 1/4 Minuten
Abbindezeit ca. 3 3/4 Minuten

Silasoft: Dosierung mit flüssigem Härter:
auf 1 cm Silasoft 1 Tropfen Härter
Mischzeit ca. 30 Sekunden
Verarbeitungszeit ca. 1 1/4 Minuten
Abbindezeit ca. 3 3/4 Minuten

Optosil-Xantopren:

Optosil: Inhalt eines Meßlöffels
(gestr. voll) mit 8 - 10 Tropfen
Härter in 30 - 45 Sekunden gut
durchkneten
Abbindezeit 3 Minuten

Xantopren blau:

Anmischen nach Skala
2 Teilstriche Masse
zu: 1 Tropfen Soft Härter
Abbindezeit 5 1/4 Minuten

Permagum: Der Metallabdruckklöffel wird mit Adhaesive vorbehandelt. Anmischen von gleichen Strängen Paste und Katalysator auf dem Mischblock.

Abbindezeit 7 Minuten

Delicron: Abdruckklöffel mit Adhaesive vorbehandeln. Pro Teilstrich Delicron-gelb-Paste wird 1 Tropfen Elastomerhärter hinzugefügt. Im bis zur Markierung aufgefüllten Anmischschälchen werden dem Delicron-braun 10 - 12 Tropfen Elastomerhärter hinzugefügt.

Mischzeit je 30 Sekunden.

Aushärtung insgesamt 5 Minuten nach dem Mischbeginn.

Impregum: Gleiche Stränge von Basispaste und Härter werden angemischt.

Abbindezeit 7 Minuten.

Siccoform: Auf eine volle Spindelumdrehung Basispaste eine volle Spindelumdrehung Härter.

Abbindezeit vom Beginn des Anmischens 7 Minuten.

Der Modellgips Duroc wurde für alle Modelle nach folgender Herstelleranweisung angemischt:

100 g Durocpulver und 24 ccm destilliertes Wasser wurden im Vakuummischgerät der Fa. Degussa 30 Sekunden gemischt.

Abbindezeit 8 - 10 Minuten.

B) Versuchsanordnung

1. Der Prüfkörper

Bei ihren Untersuchungen über das Dimensionsverhalten von Abdruckmaterialien und Modellgipsen benutzten Lehmann und Lange ⁽¹⁵⁾ als abzuformendes zahnstumpfähnliches Modell einen Kegelstumpf aus Werkzeugstahl mit einer Höhe von 11 mm, der an seiner Basis einen Durchmesser von 6,35 mm und an seiner Spitze einen Durchmesser von 5,8 mm hatte. Dieser Prüfkörper (Kegeldorn) entspricht der DIN-Norm 2221/B6.

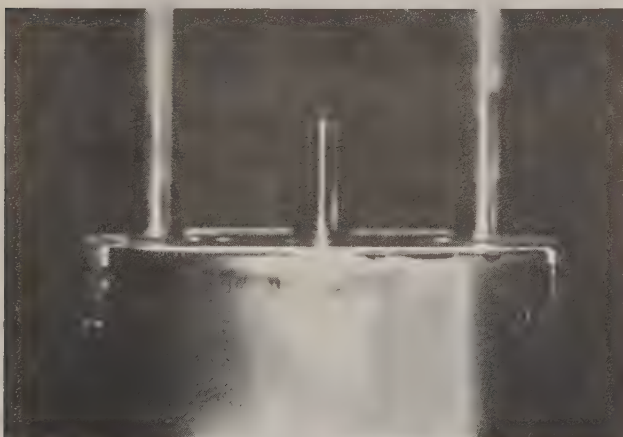


Abb. 1 der Prüfkörper
 (rechts und links die Führungsstifte)

Um stets gleiche Versuchsbedingungen zu erreichen, führte Lange einen individuellen Abformlöffel an zwei Führungsstiften über das Abformmodell bis auf die Grundplatte. Als individuelle Abformlöffel dienten perforierte Metallringe mit einem Durchmesser von 20 mm.

Dieses Abformmodell wurde auch in unseren Versuchen benutzt. Durch Marken an den individuellen Löffeln und dem Gehäuse des Abformmodells war stets die gleiche Einschubrichtung des

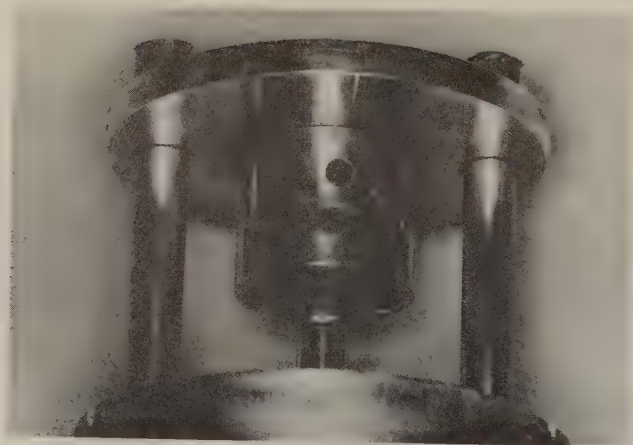


Abb. 2 über den Prüfkörper wird der Abformlöffel abgesenkt

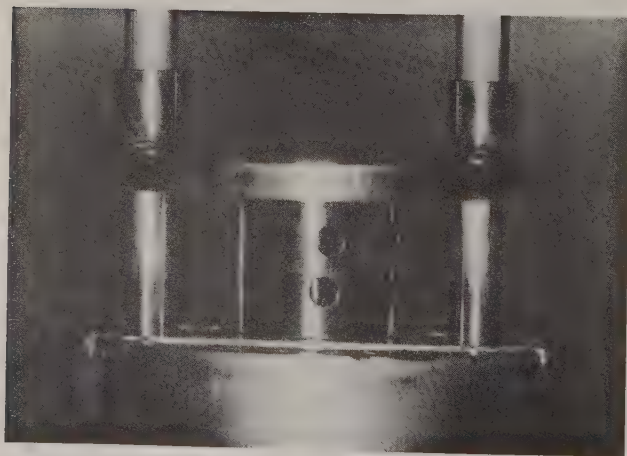


Abb. 3 Prüfkörper in der Stellung der Abdrucknahme
Löffels gewährleistet. Für unsere Versuche mit Platzhalter
beim Doppelabdruck benutzten wir zwei hülsenförmige Platz-

halter aus dem Autopolymerisat Palavit L. Der Platzhalter wurde über den Modellstumpf gestülpt und hatte eine Wandstärke von 1,5 mm. Bei einer weiteren Versuchsreihe wurde ein Platzhalter mit einer Wandstärke von 0,7 mm verwendet. Der dritte Platzhalter saß nur der Stumpfbasis auf und hatte eine Höhe von 2,5 mm und eine Wandstärke von 2 mm.

2. Das Abformverfahren

Das Abformverfahren war für alle Abdruckarten stets gleich. Das Abdruckmaterial wurde nach Vorschrift des Herstellers angemischt und mit dem Spatel in den Abdrucklöffel gebracht. Über die beiden Führungsstifte wurde der gefüllte Löffel auf das Abformmodell bis zum Anschlag abgesenkt. Das Material konnte so drucklos aushärten.

3. Herstellung der Modellstümpfe

Die ausgehärteten Abdrücke wurden nach spätestens einer Stunde mit einer definierten Mischung von Duroc ausgegossen. Der Modellgips wurde in einem Vakuum-Anrührgerät der Firma Degussa angemischt und mit Hilfe eines Rüttlers in die Stumpfnegative eingebracht. Auf diese Art und Weise entstanden Gipsmodelle des Abformkörpers, die, je nach dem Dimensionsverhalten des Abdruckmaterials, Auskunft über die Genauigkeit gaben. Die fertigen Modellstümpfe wurden trocken gelagert und frühestens nach zwölf Stunden vermessen.

4. Ausmessen der Modelle

Die Modellstümpfe aus Duroc wurden in einer selbstgefertigten Halterung unter einem Lichtmikroskop der Firma Leitz/Wetzlar (Nr. 624106) lichtmikroskopisch vermessen. Die Meßgenauigkeit dieses Mikroskops liegt unter 0,01 mm. Von der Spitze des Kegelstumpfes ausgehend wurde der Durchmesser der Modellstümpfe in Abständen von 2 mm gemessen. Der letzte Abstand betrug nur 1 mm. So erhielten wir Messungen der Stumpfbreiten in 7 verschiedenen Höhen des Stumpfes. Daraufhin wurde der Gipsstumpf in seiner Halterung um 90° gedreht,

und es wurden die Messungen wiederholt. So ergaben sich pro Stumpf 14 Einzelmessungen an 7 Stumpfbreiten. Insgesamt wurden pro Versuchsreihe 10 Modellstümpfe angefertigt. Bei 15 Versuchsreihen ergibt sich eine Zahl von 2.100 Einzelmessungen, die an insgesamt 150 Modellstümpfen vorgenommen wurden.

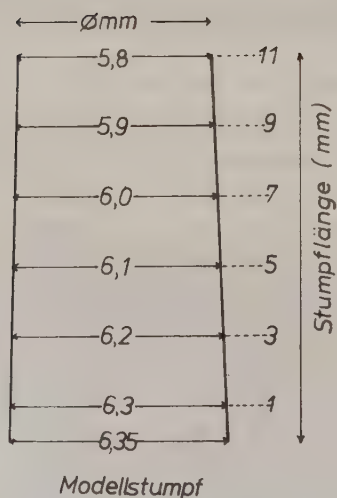


Abb. 4 Längsschnitt durch den Prüfkörper mit Maßangaben

5. Das Auswertungsverfahren

Aus je 20 Einzelmeßwerten für eine bestimmte Stumpfbreite bei den 10 Modellstümpfen wurde das arithmetische Mittel $\bar{x}$ ermittelt, sowie die Standardabweichung s .

Folgende Formel wurde angewendet:

$$s = \pm \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \bar{x} \cdot \sum x_i}{(N-1)}}$$

s = einfacher mittlerer Fehler

x_i = Summe der Einzelwerte

$\bar{x}$ = arithmetisches Mittel der Einzelwerte

N = Anzahl der Einzelwerte

6. Die verschiedenen Abformtechniken

Nach Lehmann ⁽¹⁶⁾ können die Abformverfahren für Kronen und Brücken wie folgt eingeteilt werden:

A) Zweizeitige Abformungen (Zweizeitige Zweikomponentenabformung)

1. Doppelabdruck

Erstabdruck erfolgt vor Präparation des Pfeilers. Korrektur des Abdrucks wird nach der Präparation vorgenommen (Im Modellversuch ahmten wir diese Bedingungen nach, indem der Erstabdruck über einen Platzhalter genommen wurde).

2. Korrekturabdruck

Erstabdruck erfolgt nach der Präparation des Pfeilers, ebenso die Korrektur des Erstabdrucks.

B) Einzeitige Abformungen

1. Zwei Materialkomponenten (Doppelmischtechnik) (Einzeitige Zweikomponentenabformung)

2. Eine Materialkomponente (Einzeitige Einkomponentenabformung)

Beim Korrekturabdruck wird der Erstabdruck mit einem zähplastischen Silikon genommen, welches nach dem Abbinden eine möglichst harte Konsistenz besitzen soll. Das Korrek-

turmateriale ist dünnfließender und auf der gleichen chemischen Grundlage aufgebaut, damit es sich nicht vom Erstabdruck ablöst. Da der Erstabdruck nicht völlig starr ist, besteht die Gefahr, daß sich das Korrekturmateriale im Abdrucklumen staut und so den Erstabdruck verformt. Nach Herausnahme des Abdrucks stellt sich die harte Erstabdruckmasse zurück. Das Abdrucklumen wird somit verkleinert und die abgeformten Stümpfe werden zu klein wiedergegeben. Bei unseren Versuchsreihen mit dem Korrekturabdruck sollte geprüft werden, in wie weit sich der Fehler verändert, wenn Abflußmöglichkeiten für das dünnflüssige Korrekturmateriale angebracht werden.

Beim Doppelabdruck wird über die gesamte Zahnreihe ein Abdruck genommen, welcher absichtlich geweitet wird, um für eine Zweitmasse Platz zu schaffen. Mit Hilfe dieses Futterabdrucks wird das fließfähige Zweitmateriale appliziert. Das Wesentliche des Doppelabdrucks ist seine "Weitung", die wir bei unseren Versuchsreihen durch einen Platzhalter über unserem abzuformenden Modell simulierten.

Die einzeitige Abformung mit zwei Komponenten hat die unterschiedliche Fließfähigkeit zweier verschieden visköser Materialien zur Grundlage. Das dünnfließende Materiale wird mit der Abdruckspritze (in unseren Versuchsreihen mit einem Spatel) an den zervikalen Präparationsrand gebracht (klinisch: Zahnfleischfurche). Solange diese Masse noch fließfähig ist, erfolgt darüber ein Abdruck mit chemisch gleichartigem Materiale zähflüssigerer Konsistenz. Auf diese Art und Weise können die Verpressungen, wie sie bei zweizeitigen Abformungen auftreten können, vermieden werden.

Die einzeitige Abformung mit einer Komponente wird im klinischen Bereich vorwiegend bei Ringabdrücken und der Abformung mit individuellen Abdruckklöffeln angewandt.

In unserer Untersuchung wurden folgende Abformtechniken geprüft:

- I Korrekturabdruck (ohne Abflußrillen)
 - 1) Silaplast-Silasoft
- II Korrekturabdruck (basale Abflußrillen)
 - 2) Silaplast-Silasoft
 - 3) Optosil-Xantopren blau
- III Doppelabdruck (Platzhalter 1,5 mm)
 - 4) Silaplast-Silasoft
 - 5) Optosil-Xantopren blau
 - 6) Silaplast-Siccoform
- IV Doppelabdruck (Platzhalter 0,7 mm)
 - 7) Silaplast-Silasoft
- V Korrekturabdruck (basale und seitliche Abflußrillen)
 - 8) Silaplast-Silasoft
 - 9) Optosil-Xantopren blau
- VI Korrekturabdruck (basale Abflußrillen, basaler Platzhalter)
 - 10) Silaplast-Silasoft
- VII Korrekturabdruck (basale Abflußrillen, basaler Platzhalter, seitliche Abflußrillen)
 - 11) Silaplast-Silasoft
- VIII Einzeitige Abformungen (zwei Komponenten)
 - 12) Delicron (gelb-braun)
 - 13) Permagum (grün-gelb)
- IX Einzeitige Abformungen (eine Komponente)
 - 14) Siccoform
 - 15) Impregum

In der Versuchsreihe 1 wurde der Korrekturabdruck mit Silaplast-Silasoft ohne besondere Abflußmöglichkeit für das Korrekturmateriel genommen. Das bedeutet, daß der Erstabdruck mit Silaplast über dem Modellstumpf genommen wurde und das Lumen in einer zweiten Arbeitsphase mit Silasoft gefüllt wurde. Auf diese Art der Versuchsanordnung gab es keine besondere Abflußmöglichkeit für das Korrekturmateriel (Abb. 5 und 6).

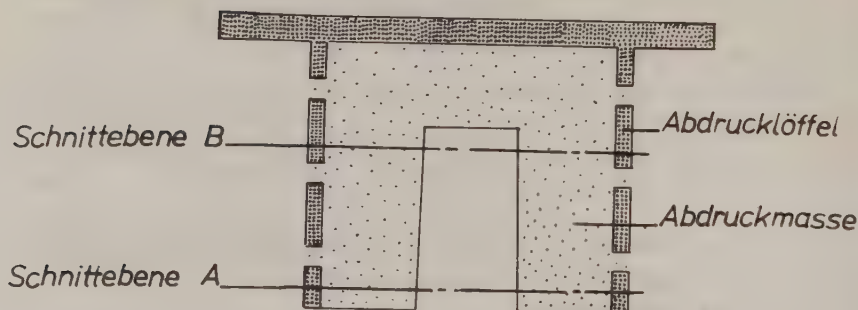


Abb. 5 Schnitt durch den Abdrucklöffel nach der Abformung.
Die Schnittebenen A und B entsprechen den Schnittflächen der Abb. 6 - 13.

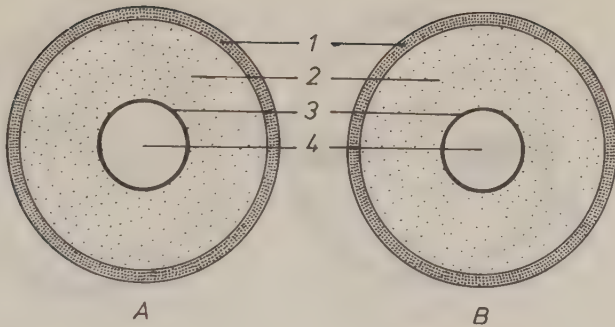


Abb. 6 Schnittflächen durch den Abdrucklöffel in Höhe der Schnittebenen A und B entsprechend der Abb. 5 bei der Versuchsreihe 1 (Korrekturabdruck Silaplast-Silasoft ohne Abflußmöglichkeit)

- 1 = Abdrucklöffel
- 2 = Erstabdruck
- 3 = Korrekturmasse
- 4 = Abdrucklumen

In der Versuchsreihe 2 wurden in den zervikalen Teil des Erstabdrucks sich gegenüberliegende Abflußrillen mit dem Skalpell eingeschnitten, deren Tiefe und Breite 2 mm betrugen. So sollte dem Überschuß des Korrekturmateri als Silasoft die Möglichkeit gegeben werden, unter dem Abdrucklöffel abzufließen (Abb. 7).

Die Versuchsreihe 3 reproduziert die Reihe 2 mit den Abdruckmaterialien Optosil-Xantopren blau (Abb. 7).

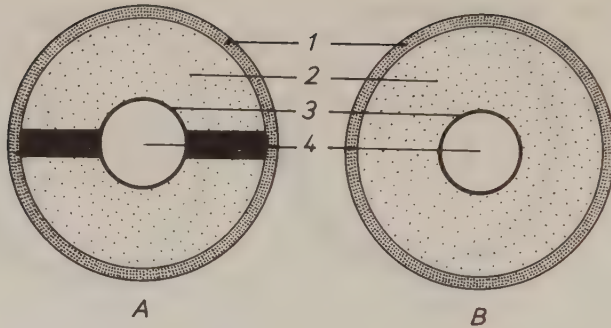


Abb. 7 Schnittflächen durch den Abdrucklöffel
gemäß den Versuchsreihen 2 und 3 mit
zervikalen Abflußrillen

In der Versuchsreihe 4 wurde der Doppelabdruck mit Silaplast-Silasoft durchgeführt. Über den Modellstumpf wurde ein ganzer Platzhalter aus dem Kunststoff Palavit I mit der Wandstärke 1,5 mm gestülpt. Über diesem Platzhalter wurde der Erstabdruck mit Silaplast genommen. Nach dem Aushärten des Erstabdrucks wurde in das Lumen des Abdrucks das Korrekturmateriail Silasoft eingefüllt. Auf diese Weise betrug die Schichtdicke des Korrekturmateriails überall 1,5 mm. Zusätzlich wurden basale Abflußrillen der oben genannten Form angebracht (Abb. 8).

Die Versuchsreihe 5 wiederholte die Versuchsreihe 4 mit den Abdruckmaterialien Optosil-Xantopren blau (Abb. 8).

In der Reihe 6 wurde der Abdruck mit ganzem Platzhalter mit der Stärke 1,5 mm und basalen Abflußrillen mit den Materialien Silaplast und Siccoform im Doppelabdruckverfahren wiederholt (Abb. 8).

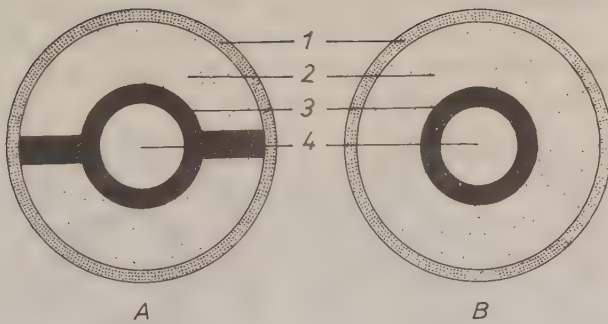


Abb. 8 Schnittflächen durch den Abdrucklöffel
gemäß den Versuchsreihen 4, 5 und 6 mit
Platzhalter 1,5 mm und basalen Abflußrillen

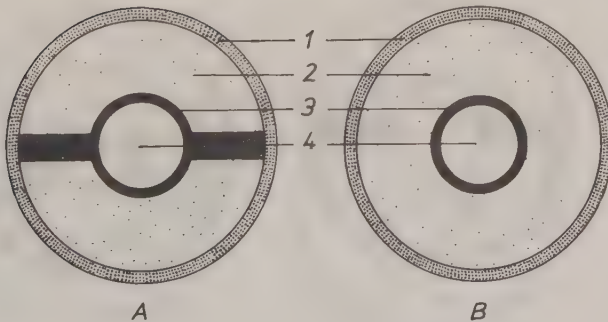


Abb. 9 Schnittflächen durch den Abdrucklöffel
entsprechend der Versuchsreihe 7 mit dem
Platzhalter 0,7 mm und basalen Abflußrillen

Um festzustellen, ob die Stärke des Platzhalters Einfluß auf die Abformgenauigkeit hat, wurde die Versuchsreihe 7 durchgeführt, in der der Kunststoffplatzhalter eine Dicke von 0,7 mm hatte und basale Abflußrillen angebracht wurden. Diese Versuchsreihe wurde mit dem Material Silaplast-Silasoft durchgeführt (Abb. 9).

Beim Korrekturabdruck der Reihe 8 wurden seitliche und basale Abflußrillen angebracht. Das bedeutet, daß von der Spitze des Modellstumpfes bis zu seiner Basis sich gegenüberliegende keilförmige Abflußrillen eingeschnitten wurden mit einer Tiefe und Breite von 2 mm. Als Abdruckmaterial wurde Silaplast-Silasoft verwendet (Abb. 10).

Diese Versuchsreihe mit seitlichen und basalen Abflußrillen wurde mit Optosil-Xantopren blau im Korrekturabdruck der Versuchsreihe 9 reproduziert (Abb. 10).

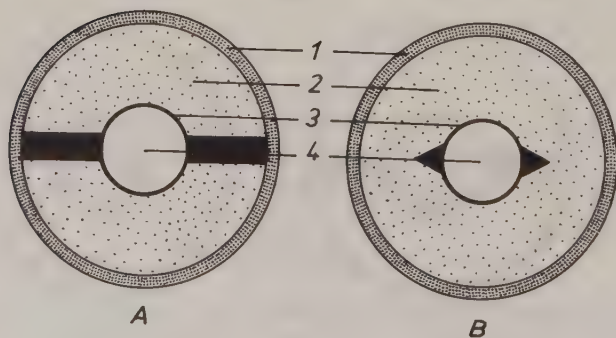


Abb. 10 Schnittflächen durch den Abdruckklöffel gemäß den Versuchsreihen 8 und 9 mit seitlichen und basalen Abflußrillen

In der Versuchsreihe 10 wurde ein basaler Platzhalter von der Stärke 2 mm und der Höhe 2 mm mit basalen Abflußrillen im Korrekturabdruck mit Silaplast-Silasoft kombiniert (Abb. 11).

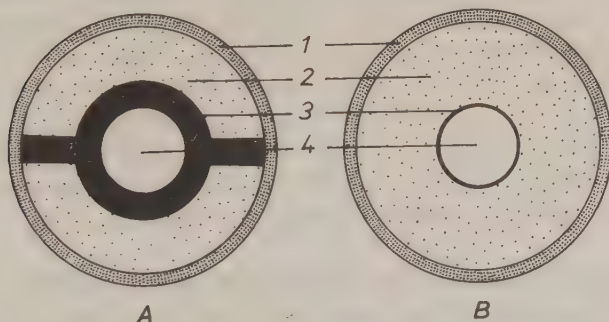


Abb. 11 Schnittfläche durch den Abdrucklöffel gemäß der Versuchsreihe 10 (basaler Platzhalter, basale Abflußrillen)

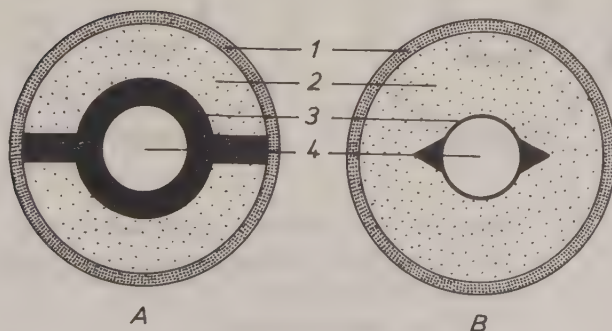


Abb. 12 Schnittfläche durch den Abdrucklöffel gemäß der Versuchsreihe 11 (basaler Platzhalter, seitliche und basale Abflußrillen)

Die Versuchsreihe 11 modifizierte den Korrekturabdruck mit basalem Platzhalter und basalen Abflußrillen. Zusätzlich wurden seitliche Abflußrillen angebracht (Abb. 12).

Die letzten Versuchsreihen beschäftigen sich mit der einzeitigen Abformung. Das Material Delicron (Versuchsreihe 12) ist ein Doppelmischmaterial, bei dem zwei Komponenten gleichzeitig angemischt werden. Das braune dünnflüssige Material wird mit dem Spatel um den abzudrückenden Stumpf appliziert, während das dicker fließende, gelbe Material in den individuellen Abformlöffel eingefüllt wird. Beide Abformmaterialien erhärten gleichzeitig, nachdem der Löffel über das Abformmodell gebracht worden ist (Abb. 13).

In der Versuchsreihe 13 wird analog das Material Permagum verwendet, mit den Phasen grün und gelb (Abb. 13).

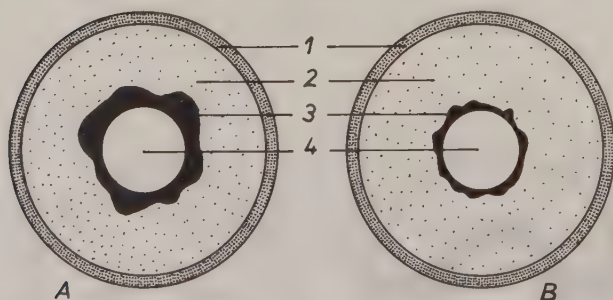


Abb. 13 Schnittfläche durch den Abdrucklöffel bei einzeitiger Zweikomponentenabformung in den Versuchsreihen 12 und 13.

- 1 = Abdrucklöffel
- 2 3 = gleichzeitig applizierte Abformmaterialien
- 4 = Abdrucklumen

Bei der einzeitigen Abformung nimmt das Material Siccoform eine Sonderstellung ein, da es aus nur einer Komponente besteht. Hierzu wurde die Versuchsreihe 14 durchgeführt.

In der letzten Versuchsreihe (15) wurde das Abdruckmaterial Impregum, ein einzeitiges Material mit einer Materialkomponente, geprüft.

IV Ergebnisse

Die Ergebnisse können den nachfolgenden Abbildungen und Tabellen entnommen werden.

Versuchsreihe 1

Korrekturabdruck Silaplast-Silasoft ohne besondere Abflußmöglichkeit für das Korrekturmaterial

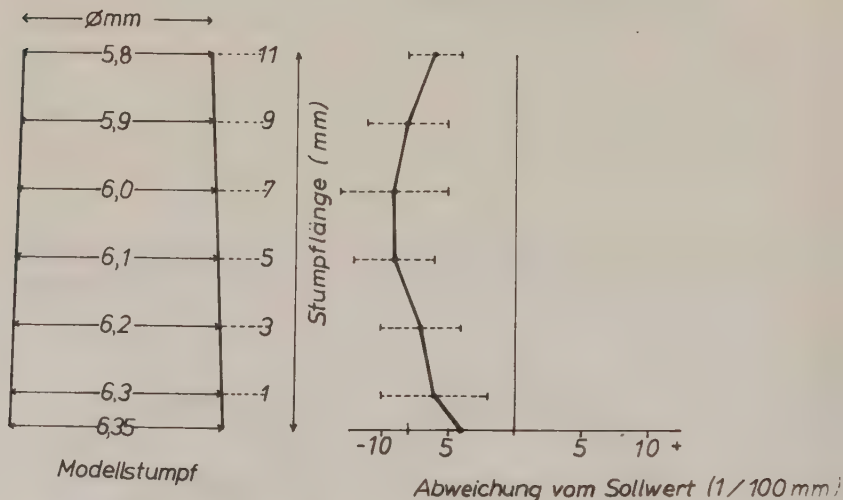


Abb. 14: links der skizzierte Modellstumpf, wobei horizontal die Soll-Durchmesser in mm, vertikal die dazugehörigen Stumpflängen in mm aufgetragen sind. Rechts: auf der Abszisse die Breitenabweichungen in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Auf der Ordinate Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,74	5,82	5,91	6,02	6,13	6,24	6,31
s (mm)	±0,02	±0,03	±0,04	±0,03	±0,03	±0,04	±0,04
Differenz Soll/ Ist (mm)	-0,06	-0,08	-0,09	-0,08	-0,07	-0,06	-0,04

Tab. 1: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Anhand der Abb. 14 soll die Auswertung der Diagramme erläutert werden. In der linken Abbildung ist der skizzierte Modellstumpf dargestellt. Bei den einzelnen Meßhöhen sind die dazugehörenden Stumpfdurchmesser (Soll-Wert) aufgetragen. Rechts sind die mittleren Abweichungen von Duroc-Modellstümpfen (Ist-Wert) vom Originalmodell in einem Diagramm dargestellt.

Bei Korrekturabdrücken aus Silaplast-Silasoft ohne Abflußrillen ist z.B. bei der Stumpfhöhe 11 mm die gemessene Stumpfbreite um 0,06 mm zu klein im Vergleich zum Soll-Wert von 5,8 mm. Dieser Wert ist auch aus der Zahlentabelle, nämlich aus der Differenz Ist-Wert - Soll-Wert, zu entnehmen. An den einzelnen Mittelwerten der Stumpfbreiten sind gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte aufgetragen. Für die Stumpfhöhe 11 mm beträgt die Standardabweichung des Einzelwerts $\pm 0,02$ mm. Wie aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, schwankt die Standardabweichung der Einzelwerte zwischen $\pm 0,02$ und $\pm 0,04$ mm. Diese Einzelergebnisse zeigen, daß ein Abdruck, angefertigt nach dem Verfahren Silaplast-Silasoft, ohne besondere Abflußmöglichkeit für das Korrekturmateriäl insgesamt zu eng wird. Dabei ist festzustellen, daß der Fehler in der Stumpfmitte am größten ist.

Versuchsreihe 2

Korrekturabdruck Silaplest-Silasoft (basale Abflußrillen)

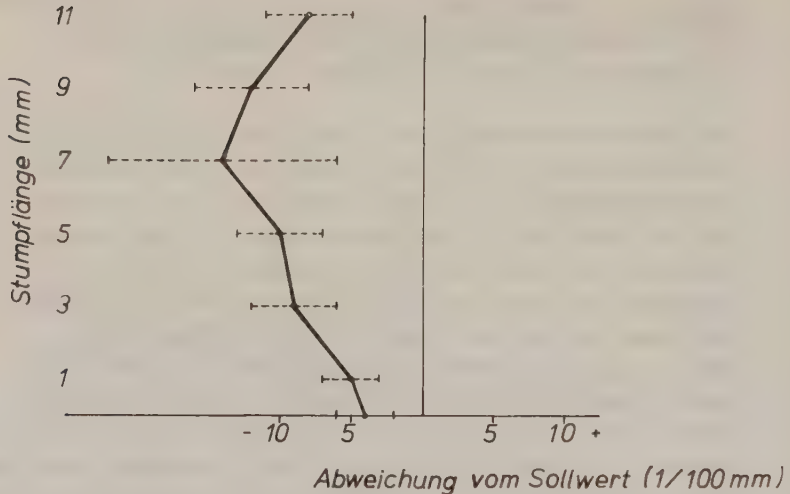


Abb. 15: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,72	5,78	5,86	6,00	6,11	6,25	6,31
s (mm)	±0,03	±0,04	±0,08	±0,03	±0,03	±0,02	±0,02
Differenz Soll/ Ist (mm)	-0,08	-0,12	-0,14	-0,10	-0,09	-0,05	-0,04

Tab. 2: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Bei dem durch basale Abflußrillen modifizierten Korrekturabdruck ergeben sich im wesentlichen keine großen Änderungen gegenüber der Versuchsreihe 1, auch hier erhielten wir zu schmale Modellstümpfe.

Versuchsreihe 3

Korrekturabdruck Optosil-Xantopren blau (basale Abflußrillen)

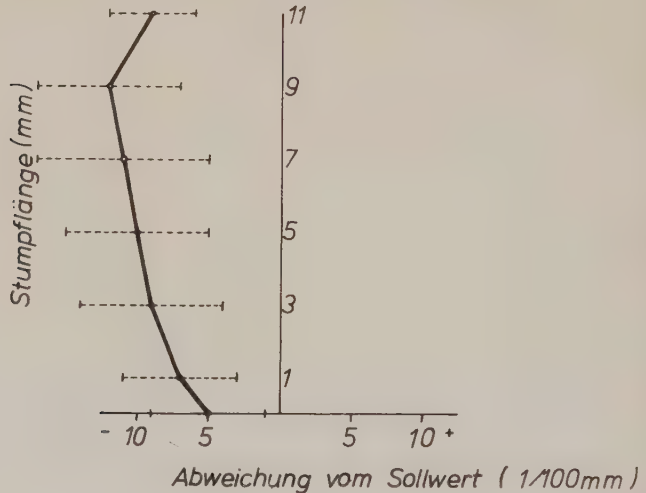


Abb. 16: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,71	5,78	5,89	6,00	6,11	6,23	6,30
s (mm)	±0,04	±0,05	±0,06	±0,05	±0,05	±0,04	±0,04
Differenz Soll/ Ist (mm)	-0,09	-0,12	-0,11	-0,10	-0,09	-0,07	-0,05

Tab. 3: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Mit dem Korrekturmateriail Optosil-Xantopren blau wurde die Versuchsreihe 2 wiederholt. Das Ergebnis ist fast identisch. Die Modellstümpfe sind zu schmal.

Versuchsreihe 4

Doppelabdruck Silaplast-Silasoft (ganzer Platzhalter 1,5 mm, basale Abflußrillen)

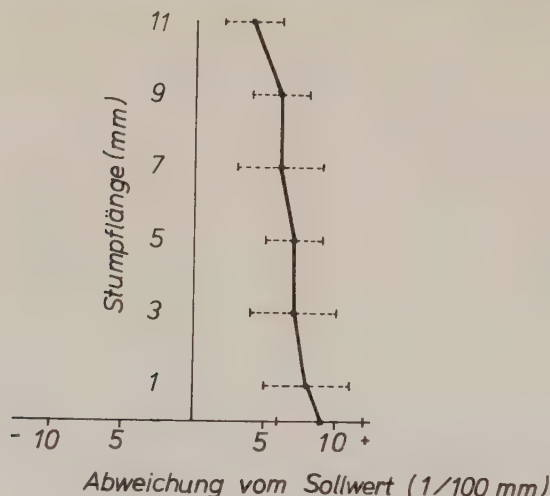


Abb. 17: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,84	5,96	6,06	6,17	6,27	6,38	6,44
s (mm)	±0,02	±0,02	±0,03	±0,02	±0,03	±0,03	±0,03
Differenz Soll/ Ist (mm)	+0,04	+0,06	+0,06	+0,07	+0,07	+0,08	+0,09

Tab. 4: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Bei den Gipsstümpfen, die nach einem Doppelabdruck aus Silaplast-Silasoft (ganzer Platzhalter von 1,5 mm Stärke) hergestellt wurden, zeigt sich, daß die Stumpfmodelle insgesamt zu breit werden. Die Standardabweichung der Einzelwerte bewegt sich in ähnlichen Größenordnungen wie bei den übrigen Versuchsreihen.

Versuchsreihe 5

Doppelabdruck Optosil-Xantopren blau (ganzer Platzhalter 1,5 mm, basale Abflußrillen)

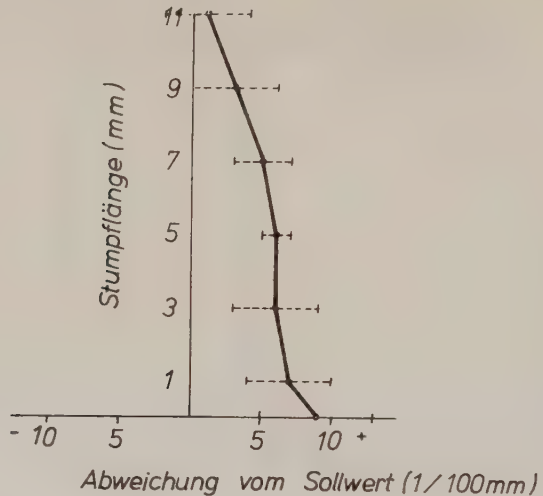


Abb. 18: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,81	5,93	6,05	6,16	6,26	6,37	6,44
s (mm)	±0,03	±0,03	±0,02	±0,01	±0,03	±0,03	±0,04
Differenz Soll/ Ist (mm)	+0,01	+0,03	+0,05	+0,06	+0,06	+0,07	+0,09

Tab. 5: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Im Vergleich zur Versuchsreihe 4 mit Silaplast-Silasoft ergeben Doppelabdrücke mit Optosil-Xantopren blau kaum bessere Ergebnisse. Lediglich bei der Stumpfhöhe 11 mm wird die Stumpfreproduktion genauer.

Versuchsreihe 6

Doppelabdruck Silaplast-Siccoform (ganzer Platzhalter 1,5 mm, basale Abflußrillen)

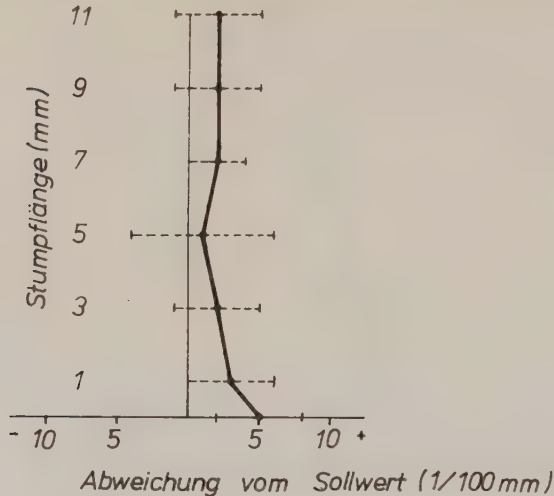


Abb. 19: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,82	5,92	6,02	6,11	6,22	6,33	6,40
s (mm)	±0,03	±0,02	±0,02	±0,06	±0,03	±0,03	±0,03
Differenz Soll/ Ist (mm)	+0,02	+0,02	+0,02	+0,01	+0,02	+0,03	+0,05

Tab. 6: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Die Modifikation des Doppelabdrucks in der Kombination Silaplast-Siccoform bringt gegenüber den Doppelabformungen mit Silaplast-Silasoft und Optosil-Xantopren genauere Ergebnisse. Aber auch hier werden die Stümpfe noch zu breit reproduziert.

Versuchsreihe 7

Doppelabdruck Silaplast-Silasoft (ganzer Platzhalter 0,7 mm, basale Abflußrillen)

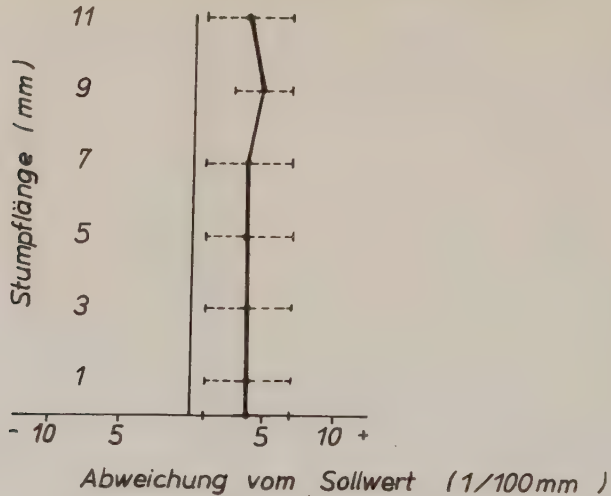


Abb. 20: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,84	5,95	6,04	6,14	6,24	6,34	6,39
s (mm)	±0,03	±0,02	±0,03	±0,03	±0,03	±0,03	±0,03

Differenz

Soll/ Ist (mm)	+0,04	+0,05	+0,04	+0,04	+0,04	+0,04	+0,04
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tab. 7: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Bei Anwendung eines dünneren Platzhalters (0,7 mm), also bei Reduktion der Schicht an Silasoft, wird beim Doppelabdruck mit Silaplast-Silasoft die Pfeilerwiedergabe genauer. Die Stümpfe werden aber immer noch zu breit reproduziert.

Versuchsreihe 8

Korrekturabdruck Silaplast-Silasoft (basale und seitliche Abflußrillen)

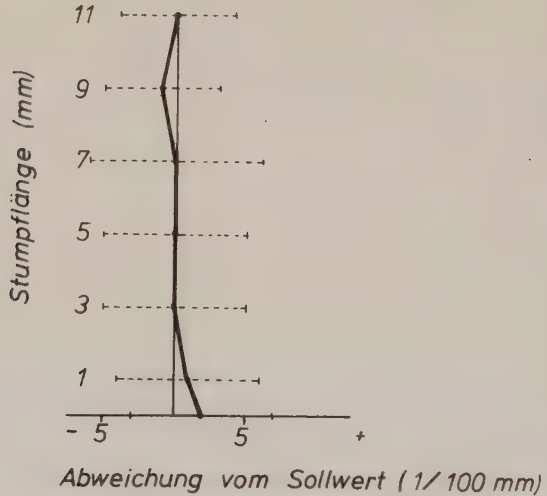


Abb. 21: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,80	5,89	6,00	6,10	6,20	6,31	6,37
s (mm)	$\pm 0,04$	$\pm 0,04$	$\pm 0,06$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$
Differenz Soll/ Ist (mm)	± 0	-0,01	± 0	± 0	± 0	+0,01	+0,02

Tab. 8: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Bei den Korrekturabdrücken, hergestellt mit den Materialien Silaplast-Silasoft mit basalen und seitlichen Abflußrillen, zeigt sich, daß die Ist-Werte des Modellstumpfes fast mit denen des Originals übereinstimmen. Nur in der Stumpfhöhe 9 mm wird das Modell um 0,01 mm zu eng und in der Stumpfhöhe 0 mm um 0,02 mm zu weit. Die Standardabweichung der Einzelwerte ist größer als bei den bisherigen Meßreihen.

Versuchsreihe 9

Korrekturabdruck Optosil-Xantopren blau (basale und seitliche Abflußrillen)

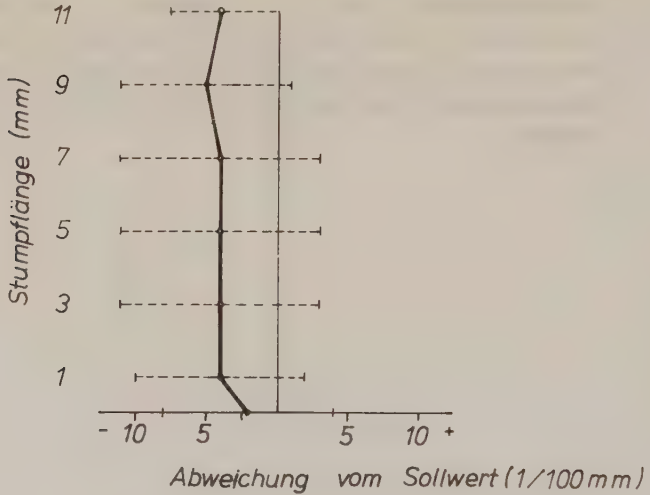


Abb. 22: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,76	5,85	5,96	6,06	6,16	6,26	6,33
s (mm)	±0,04	±0,06	±0,07	±0,07	±0,07	±0,06	±0,06
Differenz Soll/ Ist (mm)	-0,04	-0,05	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,02

Tab. 9: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Die Versuchsreihe 8 wurde mit Optosil-Xantopren blau (Korrekturabdruck mit seitlichen Abflußrillen) wiederholt. Im Gegensatz zu den Materialien Silaplast-Silasoft werden die Modellstümpfe nach dieser Technik um durchschnittlich 0,06 mm zu eng. Die Standardabweichungen sind gegenüber Silaplast-Silasoft erhöht.

Versuchsreihe 10

Korrekturabdruck Silaplast-Silasoft (basale Abflurillen, basaler Platzhalter)

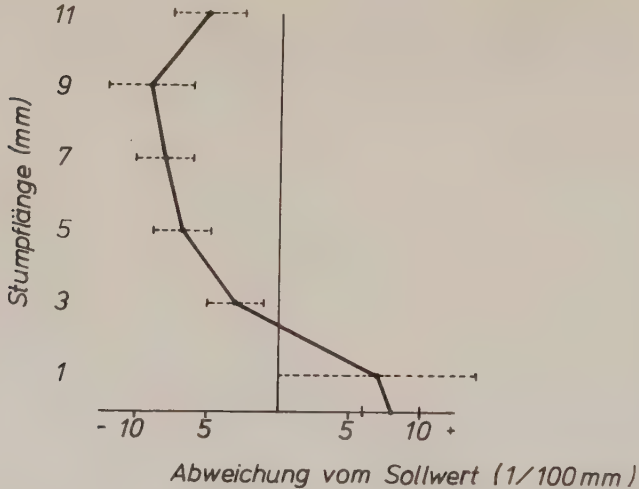


Abb. 23: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,75	5,81	5,92	6,03	6,17	6,37	6,43
s (mm)	±0,02	±0,03	±0,02	±0,02	±0,02	±0,07	±0,02
Differenz Soll/ Ist (mm)	-0,05	-0,09	-0,08	-0,07	-0,03	+0,07	+0,08

Tab. 10: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Bei der Abformung des Prüfkörpers mit Silaplast-Silasoft bei basalem Platzhalter sehen wir, daß das Duroc-Modell an den Stellen, wo keine Abflußmöglichkeit für das Korrekturmateriail besteht, zu eng und im Bereich des basalen Platzhalters zu weit wird. Die Standardabweichungen der Einzelwerte bewegen sich oberhalb der Stumpfhöhe 3 mm in den Grenzen der vorherigen Meßreihen, während bei der Stumpfhöhe 1 mm die Standardabweichung deutlich erhöht ist.

Versuchsreihe 11

Korrekturabdruck Silaplast-Silasoft (basale Abflußrillen, basaler Platzhalter, seitliche Abflußrillen)

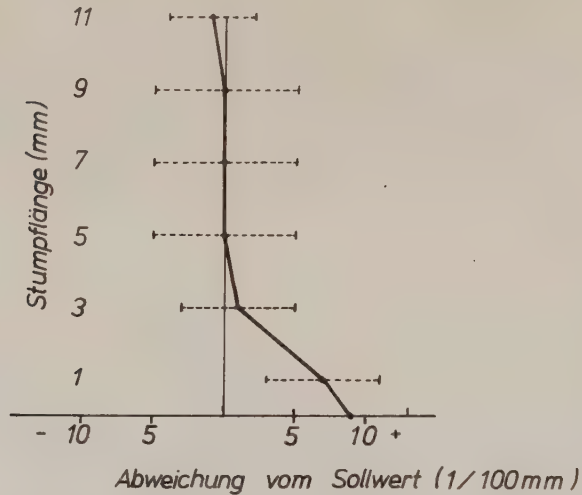


Abb. 24: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,79	5,90	6,00	6,10	6,21	6,37	6,44
s (mm)	±0,03	±0,05	±0,05	±0,05	±0,05	±0,04	±0,04
Differenz Soll/ Ist (mm)	-0,01	±0	±0	±0	+0,01	+0,07	+0,09

Tab. 11: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Aus den Ergebnissen der Versuchsreihen 8 und 9 ließ sich das Ergebnis dieser Reihe fast vorhersagen. In der Höhe des Modellstumpfes, wo sich die seitlichen Abflußrillen befanden, wird das Modell fast genau, während in der Region des Platzhalters das Modell zu weit wird. Auch hier sind, wie bei der Versuchsreihe 8, die Standardabweichungen erhöht.

Versuchsreihe 12

Einzeitige Abformung Delicron

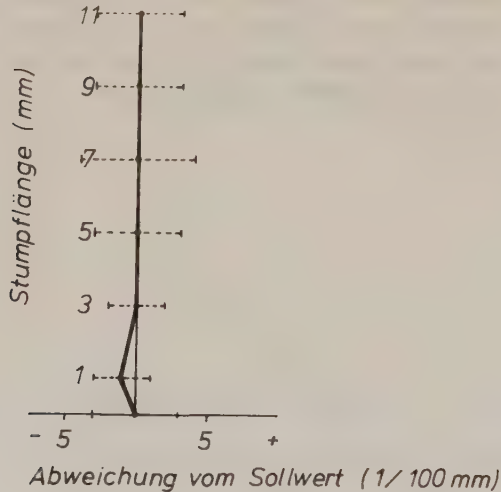


Abb. 25: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,29	6,35
s (mm)	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,04$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$
Differenz Soll/ Ist (mm)	± 0	± 0	± 0	± 0	± 0	-0,01	± 0

Tab. 12: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen, aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Der Doppelmischabdruck mit Delicron wird nur in der Stumpfhöhe 1 mm etwas zu eng gegenüber dem Ausgangsmodell. Ansonsten entsprechen alle Werte exakt dem Prüfkörper. Die Standardabweichungen bewegen sich in der Größe von $\pm 0,03$ mm.

Versuchsreihe 13

Einzeitige Abformung Permagum

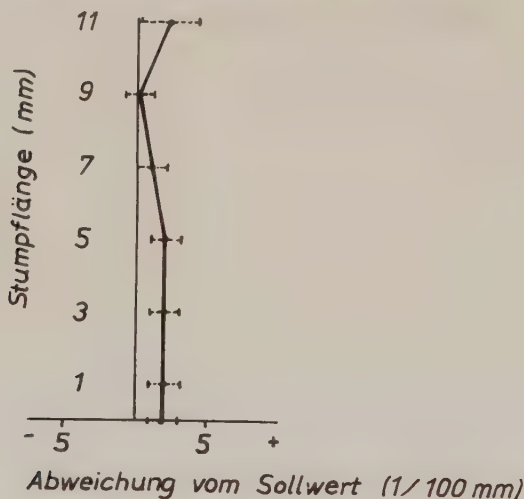


Abb. 26: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,82	5,90	6,01	6,12	6,22	6,32	6,37
s (mm)	±0,02	±0,01	±0,01	±0,01	±0,01	±0,01	±0,01
Differenz							
Soll/ Ist (mm)	+0,02	±0	+0,01	+0,02	+0,02	+0,02	+0,02

Tab. 13: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Der Doppelmischabdruck aus Permagum reproduziert das Abdruckoriginal um ca. 0,02 mm zu breit. Die Standardabweichungen der Einzelwerte gehen hier auf den Wert von $\pm 0,01$ mm zurück.

Versuchsreihe 14

Einzeitige Abformung Sicciform

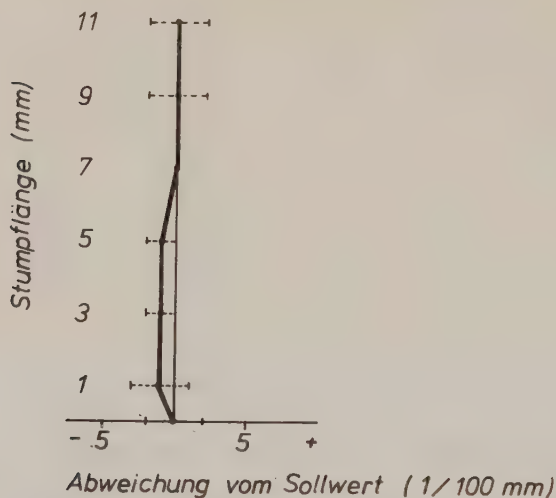


Abb. 27: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,80	5,90	6,00	6,09	6,19	6,29	6,35
s (mm)	±0,02	±0,02	±0,00	±0,01	±0,01	±0,02	±0,02
Differenz Soll/ Ist (mm)	±0	±0	±0	-0,01	-0,01	-0,01	±0

Tab. 14: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Das Einphasenabdruckmaterial Sicciform bildet den Originalstumpf in der unteren Hälfte etwas zu schmal ab. Die Abweichung bewegt sich in der Größenordnung - 0,01 mm. Die Standardabweichung der Einzelwerte ist mit $\pm 0,01$ und $\pm 0,02$ mm gering.

Versuchsreihe 15

Einzeitige Abformung Impregum

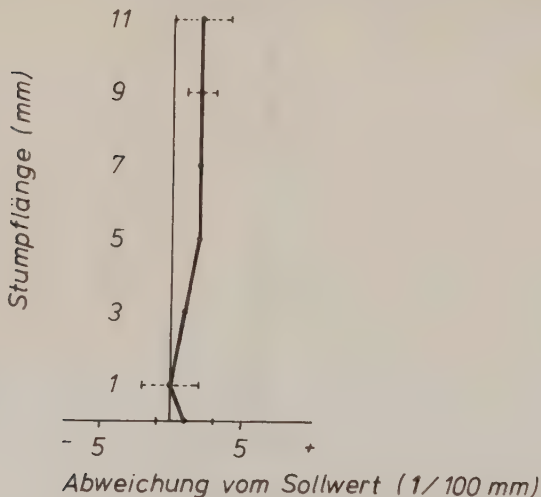


Abb. 28: Abszisse: Breitenabweichung in 1/100 mm von Duroc-Modellstümpfen. Ordinate: Abstand der Meßpunkte an den verschiedenen Stumpfhöhen in mm. Gestrichelt die Standardabweichungen der Einzelwerte in 1/100 mm.

Sollwert (mm)	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,35
Istwert des Stumpfes (mm)	5,82	5,92	6,02	6,12	6,21	6,30	6,36
s (mm)	±0,02	±0,01	±0,00	±0,00	±0,00	±0,02	±0,02
Differenz Soll/ Ist (mm)	+0,02	+0,02	+0,02	+0,02	+0,01	±0	+0,01

Tab. 15: Soll-Durchmesser (Soll-Wert) des Normstumpfes und arithmetisches Mittel der Ist-Durchmesser (Ist-Wert) von Modellstümpfen aus Duroc.
s = Standardabweichung des Einzelwerts.

Die Polyäther-Gummi-Abformmasse Impregum läßt Duroc-Modelle entstehen, die etwas breiter als das Originalmodell werden (bis zu 0,02 mm). Abweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert bis zu $\pm 0,02$ mm traten nur im oberen und unteren Modelldrittel auf. In der Mitte des Modells waren die Meßwerte an allen Stümpfen sehr einheitlich, d.h. die Abweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert waren kleiner als $\pm 0,01$ mm.

V Diskussion

Ziel der Arbeit war es, Abformverfahren und Abdruckmaterialien zu finden, welche ein Originalmodell möglichst dimensionsgetreu reproduzieren. Die Versuchsanordnung war identisch mit derjenigen von E. Körber und Lehmann ⁽¹³⁾, so daß wir uns hier vorwiegend auf deren Meßergebnisse beziehen.

Zuerst sollte das Korrekturabdruckverfahren überprüft werden. Zu diesem Verfahren liegen schon Meßergebnisse von E. Körber und Lehmann ⁽¹³⁾, sowie von Hofmann und Ludwig ⁽¹²⁾ vor. In ihren Untersuchungen hatten sie festgestellt, daß über den Korrekturabdruck Modellstümpfe zu schmal wiedergegeben werden. Diese Veränderung gegenüber dem Originalmodell wird zurückgeführt auf eine Stauung des Korrekturmaterials im Erstabdruck. Dadurch wird der Erstabdruck erweitert, in dieser Position härtet das Korrekturmaterial aus. Nach dem Abnehmen des Abdrucks von dem Originalmodell stellt das zähe Erstmaterial wieder zurück und verdrängt das Korrekturmaterial in Richtung des Abdrucklumens. Dadurch werden zu schmale Abdrucklumina erzielt. Wir wiederholten diese Meßreihe und kamen zu einem gleichartigen Ergebnis. Auch unsere Modelle waren schmaler als das Originalmodell.

Beim weiteren Versuchsaufbau gingen wir davon aus, daß der oben geschilderte Verdrängungseffekt um so kleiner ist, je besser die Abflußbedingungen für das Korrekturmaterial sind. Aus diesem Grund wurden in der Versuchsreihe 2 an der Basis des Erstabdrucks Abflußrillen für das Korrekturmaterial eingeschnitten. Wir konnten jedoch feststellen, daß im Modellversuch durch Abflußrillen lediglich an der Basis des Erstabdrucks keine Verbesserung der Abflußbedingungen für das Korrekturmaterial erzielt werden konnte, da die Modellstümpfe noch - vergleichbar mit der Meßreihe 1 - zu schmal waren. Dieses Ergebnis erzielten wir nicht nur mit der Materialkombination Silaplast-Silasoft,

sondern auch mit den Materialien Optosil-Xantopren blau, es ist somit in erster Linie methodisch bedingt und nicht materialabhängig.

Um Stauungen des Korrekturmateri als im Lumen des Erstabdrucks zu verhindern, wurde in der nächsten Versuchsreihe der Erstabdruck über einen 1,5 mm starken Platzhalter genommen. Bei dieser Versuchsanordnung erzielten wir zu breite Modellstümpfe. Diese Veränderung der Modellstümpfe kann dadurch erklärt werden, daß die nun dicke Schicht an Korrekturmaterial schrumpft und dadurch das Abdrucklumen erweitert wird. Nach Schwindling ⁽²⁷⁾ ist die Abbindekontraktion von elastomeren Abformmassen abhängig von ihrem Gehalt an Füllstoffen. So weist beim Doppel- oder Korrekturabdruck das zähplastische, stark gefüllte Erstmaterial nach den Untersuchungen von Hofmann ⁽¹²⁾, sowie von Bollmann und Meiners ⁽²⁾ eine geringere Schrumpfung auf als das dünnfließende, wenig gefüllte Korrekturmaterial.

Dies wird auch bestätigt durch den Doppelabdruck mit Silaplast und Sicciform (Platzhalter 1,5 mm). Das zähfließendere d.h. füllstoffreichere Material Sicciform besitzt eine geringere Abbindekontraktion als das leichtfließende Material Silasoft. Die geringere Schrumpfung des Sicciforms schlug sich im Vergleich zum Doppelabdruck mit Silaplast und Silasoft in einer geringeren Verbreiterung des Modellstumpfes nieder.

Die Schrumpfung des Materials ist weiterhin abhängig von seiner Schichtdicke. Dies konnten wir in der nächsten Versuchsreihe belegen. Hier wurde die Schichtdicke des Korrekturmateri als dadurch reduziert, daß der Erstabdruck über einen 0,7 mm starken Platzhalter genommen wurde. Hier waren die Modellstümpfe zwar immer noch breiter als die Originalstümpfe, aber schmaler als bei der Anwendung eines Platzhalters mit einer Dicke von 1,5 mm.

Die Versuche belegen, daß die Genauigkeit des Doppelabdrucks einmal von der Schichtdicke des Korrekturmateri- als abhängt, zum anderen von seiner Abbinde- kontraktion.

In der Versuchsreihe 8 wurden zur Verbesserung der Ab- flubedingungen für das Korrekturmateri- al nicht nur basal Abflußrillen angebracht, sondern es wurden in den Stumpf- lumina seitliche, etwa 1 mm tiefe und 1 mm breite drei- eckige Abflußrillen eingeschnitten. Aus dieser Versuchs- reihe gingen Stümpfe hervor, die weitgehend dem Original- modell entsprachen. Allerdings waren bei diesem Versuch die Abweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert erhöht. Die höhere Streuung der Einzelwerte kann dadurch erklärt werden, daß die Abzugskanäle für das Korrekturmateri- al einander gegenüberliegend angeordnet sind. Dadurch kommt es an den Stellen der Abzugskanäle zu einer Schrumpfung des Korrekturmateri- als. An den Stellen, wo keine Abzugs- kanle eingeschnitten waren, vermuten wir die im 1. Ver- such dargestellte Materialstauung und die daraus resul- tierende Verengung des Abdrucklumens. Wir nehmen an, daß die Stümpfe bei dieser Versuchsanordnung nicht mehr kreis- rund, sondern oval reproduziert wurden. Da beim Vermessen der Modellstümpfe nicht mehr erkennbar war, an welcher Stelle sich die Abzugskanäle befanden und da an jedem Stumpf zwei um 90° versetzte Durchmesser ermittelt wurden, war der Mittelwert der Messungen aus verlängerten und ver- krzten Strecken zusammengesetzt. Dies stellt sich in einer Vergrößerung der Abweichung der Einzelwerte vom Mittelwert dar.

Die weiteren Versuche wurden mit einem 2 mm hohen und 1,5 mm breiten basalen Platzhalter vorgenommen. In der ersten Versuchsserie wurden keine seitlichen Abflußrillen in den Stumpf eingeschnitten. Das Ergebnis ergibt eine Überlagerung der Phänomene der Abdruckreihe 1 und der Abdruckreihe 4. Das bedeutet, dort wo ohne Abflußrillen

abgeformt wurde, also in den oberen $\frac{2}{3}$ des Stumpfes, wurde der Stumpf entsprechend der Versuchsreihe 1 zu schmal reproduziert. An der Stelle des Platzhalters, also im unteren Stumpfdrittel, wurde er zu breit wiedergegeben. Ähnliches trifft für die nächste Versuchsreihe zu, wo in die oberen $\frac{2}{3}$ des Stumpfes wie in der Versuchsreihe 8 seitliche Abflußrillen eingeschnitten wurden, während basal ein Platzhalter lag. Hier wurden die oberen $\frac{2}{3}$ des Stumpfes entsprechend der Versuchsreihe 8 weitgehend originalgetreu reproduziert, während das untere Stumpfdrittel entsprechend der Versuchsreihe 10 und 4 wiederum zu breit wiedergegeben wurde. Mit diesen beiden letzten Versuchsreihen konnten die in den vorhergegangenen Versuchsreihen erzielten Effekte der Stumpfverschmälерung oder Stumpfverbreiterung an einem einzigen Modellstumpf kombiniert dargestellt werden. Speziell diese Messungen scheinen uns ganz besonders geeignet zu sein, um auf die Problematik des Doppel- bzw. Korrekturabdrucks hinzuweisen. Eine absolut originalgetreue Wiedergabe von Stümpfen wird man mit zweiphasigen Methoden kaum erzielen können.

Aus diesem Grund haben wir auch Materialien einzzeitig z.B. nach der Doppelmischtechnik verarbeitet. Alle diese Materialien führten zu weitgehend originalgetreuen Modellstümpfen, wobei nicht nur die bis auf 0,01 - 0,02 mm am Soll-Wert liegenden Mittelwerte auffallen, sondern auch die sehr kleinen Standardabweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert. Bei dem Material Impregum waren sie sogar bei manchen Stumpfdurchmessern kleiner als $\pm 0,01$ mm.

VI Zusammenfassung

Die Ergebnisse unserer Versuchsreihen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- 1.) Die Genauigkeit von Abformungen für Kronen und Brücken ist abhängig von der angewendeten Abformmethode und vom Abdruckmaterial.
- 2.) Einzeitige Abformmethoden (Doppelmischabdruck) sind exakter als zweizeitige Abformverfahren (Doppel- bzw. Korrekturabdruck). Die Abdruckgenauigkeit der einzeitigen Verfahren ist materialabhängig.
- 3.) Beim Korrekturabdruck ohne besondere Abflußmöglichkeit für das Korrekturmaterial sind die Abdrucklumina zu eng.

Beim Korrekturabdruck erhöhen seitliche Abflußrillen in den Stumpflumina des Erstabdrucks die Abdruckgenauigkeit. Die Ergebnisse sind materialabhängig. Mit dieser Modifizierung des Korrekturabdrucks kann nahezu dieselbe Abformgenauigkeit erreicht werden wie mit einzeitigen Abformmethoden.
- 4.) Beim Doppelabdruck (Erstabdruck mit Platzhalter) sind die Abdrucklumina zu weit. Dieser Fehler nimmt mit der Dicke des Platzhalters zu und ist materialabhängig.

VII Literaturverzeichnis

- 1 Berger, H.J., Marxkors, R., Meiners, H.
Abformgenauigkeit bei ringlosen Abdrücken
Dtsch. zahnärztliche Z. 28, 1051 - 1054 (1973)
- 2 Bollmann, F., Meiners, H.
Ringlose Abformung mit den Elastomeren
Zahnärztl. Welt 82, 443 - 444 (1973)
- 3 Eichner, K.
Abdruck oder Abformung von präparierten Zähnen
Dtsch. zahnärztliche Z. 27, 589 - 592 (1972)
- 4 Eichner, K.
Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung
A. Hüthig-Verlag/Heidelberg, 1974
- 5 Finger, W.
Der Wärmeausdehnungskoeffizient gummielastischer
Abformmaterialien
Dtsch. zahnärztliche Z. 28, 671 - 676 (1973)
- 6 Finger, W., Lockowand, P.
Abform- und Modellmaterialien, eine funktionelle
Einheit
Dtsch. zahnärztliche Z. 27, 620 - 624 (1972)
- 7 Fischer, C.H., Schaper, U.
Neue Wege der indirekten Inlaytechnik
Dtsch. zahnärztliche Z. 12, 993 - 1002 (1957)
- 8 Franz, G.
Die elastische Rückstellung der Abformmassen und
ihre Abhängigkeit von den Prüfbedingungen
Dtsch. zahnärztliche Z. 27, 604 - 609 (1972)
- 9 Fuchs, P., Kobes, L.
Untersuchungen zum Dimensionsverhalten silikon-
haltiger Abformmassen
Dtsch. Zahnärztebl. 21, 218 - 223 (1967)
- 10 Gerats, R.
Dimensionsverhalten von nach einer Doppelabdruck-
methode mit gummielastischen Abdruckmaterialien
hergestellten Prüfkörpern
Dtsch. zahnärztliche Z. 18, 724 - 728 (1963)

- 11 Hofmann, M.
Abformung und Modell, Zielsetzung in klinischer
Hinsicht
Dtsch. zahnärztliche Z. 27, 85 - 89 (1972)
- 12 Hofmann, M., Ludwig, P.
Über das Dimensionsverhalten verschiedener Abdruck-
werkstoffe im Hinblick auf ihre Eignung für das
Korrekturabdruckverfahren
Dtsch. zahnärztliche Z. 23, 6-19 und 438-449 (1968)
- 13 Körber, E., Lehmann, K.
Vergleichende Untersuchungen für Abdruckmaterialien
für Kronen und Brücken
Dtsch. zahnärztliche Z. 24, 791 - 797 (1969)
- 14 Körber, E., Bergmann, H.
Untersuchungen über neue Abdruckmaterialien für
Kronen und Brücken
Dtsch. zahnärztliche Z. 21, 944 - 948 (1966)
- 15 Lehmann, K., Lange, G.
Untersuchungen über Modellmaterialien für Kronen
und Brücken
dental-Labor 24, 681 - 683 (1976)
- 16 Lehmann, K.
Die Abformung von Kronenstümpfen
Zahnärzteblatt-Baden-Württemberg 1, 43 - 47 (1973)
- 17 Lohmiller, R.M.
Über die Genauigkeit des Korrekturabdrucks
Med. Diss. Tübingen 1966
- 18 Marx, H.
Zur Relation zwischen Abbindeexpansion und realer
Dimension von Gipsmodellen
Dtsch. zahnärztliche Z. 31, 694 - 697 (1976)
- 19 Marxkors, R.
Einfluß von Temperatur und Dosierung auf die Ver-
netzungsgeschwindigkeit elastomerer Abformmaterialien
Dtsch. zahnärztliche Z. 29, 810 - 814 (1974)
- 20 Marxkors, R.
Werkstoffe in der zahnärztlichen Praxis
I.A. Barth-Verlag/Frankfurt/Main, 1972

- 21 von Merkatz, H.E. und Klötzer, W.T.
Materialeigenschaften gebräuchlicher Gipsprodukte
und deren Prüfung
Dtsch. zahnärztliche Z. 30, 194 - 203 (1975)
- 22 Naujoks, R., Ahrens, G.
Vergleichende Untersuchungen an elastischen Ab-
druckmaterialien für die indirekte Inlaytechnik
Dtsch. zahnärztliche Z. 16, 472 - 478 (1961)
- 23 Schwickerath, H.
Zur Form- und Wiedergabegenauigkeit von elastomeren
Abformmaterialien
Dtsch. zahnärztliche Z. 27, 616 - 619 (1972)
- 24 Schwickerath, H.
Zur Form- und Wiedergabegenauigkeit von Abdruck-
materialien
Dtsch. zahnärztliche Z. 27, 478 - 481 (1972)
- 25 Schwindling, R.
Das Messen von Dimensionsänderungen an elastomeren
Abformwerkstoffen
Dtsch. zahnärztliche Z. 25, 710 - 716 (1970)
- 26 Schwindling, R.
Indirekte Bestimmung des Dimensionsverhaltens von
Silikonabdruckmassen
Stoma-Heidelberg 13, 121 - 123 (1969)
- 27 Schwindling, R.
Abformwerkstoffe; in:
Eichner, K.
Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung
A. Hüthig-Verlag/Heidelberg, 1974

VIII Zusammenstellung der Meßprotokolle

In der Reihenfolge der Versuchsreihen werden hier die Meß-
ergebnisse aufgelistet.

Versuchsreihe 1

Silaplast-Silasoft; ohne besondere Abflußmöglichkeit für das
Korrekturmateriäl

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
Istwert des							
Stumpfes (mm)	5,761	5,839	5,928	6,025	6,131	6,254	6,300
	5,757	5,827	5,919	6,028	6,124	6,218	6,266
	5,752	5,827	5,921	6,030	6,133	6,229	6,287
	5,687	5,806	5,911	6,023	6,133	6,259	6,327
	5,706	5,754	5,830	5,949	6,064	6,187	6,258
	5,698	5,767	5,870	5,984	6,099	6,226	6,301
	5,750	5,790	5,892	6,009	6,106	6,206	6,272
	5,754	5,820	5,810	6,008	6,109	6,201	6,270
	5,783	5,867	5,970	6,074	6,179	6,291	6,337
	5,763	5,864	5,973	6,083	6,182	6,307	6,379
	5,744	5,812	5,879	5,959	6,046	6,173	6,242
	5,755	5,857	5,963	6,056	6,163	6,269	6,337
	5,752	5,841	5,934	6,040	6,155	6,254	6,326
	5,756	5,835	5,935	6,034	6,142	6,249	6,302
	5,747	5,828	5,928	6,036	6,153	6,265	6,318
	5,764	5,821	5,929	6,036	6,147	6,263	6,331
	5,716	5,802	5,898	5,988	6,102	6,230	6,300
	5,729	5,790	5,890	5,998	6,125	6,285	6,360
	5,732	5,808	5,911	6,020	6,136	6,258	6,318
	5,723	5,792	5,899	6,019	6,138	6,263	6,331

Versuchsreihe 2

Silaplast-Silasoft; basale Abflußrillen

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
Istwert des							
Stumpfes (mm)	5,702	5,768	5,875	5,995	6,122	6,266	6,337
	5,693	5,765	5,870	6,001	6,131	6,267	6,341
	5,698	5,757	5,867	5,978	6,097	6,230	6,306
	5,694	5,765	5,865	5,969	6,092	6,240	6,313
	5,756	5,819	5,910	6,025	6,156	6,275	6,320
	5,744	5,820	5,902	5,998	6,139	6,280	6,348
	5,733	5,793	5,899	6,013	6,125	6,247	6,315
	5,733	5,790	5,900	6,017	6,125	6,254	6,317
	5,730	5,791	5,881	5,986	6,107	6,244	6,331
	5,726	5,763	5,870	5,999	6,131	6,250	6,316
	5,778	5,838	5,939	6,044	6,150	6,211	6,267
	5,787	5,861	5,944	6,030	6,142	6,276	6,322
	5,720	5,794	5,886	5,999	6,115	6,226	6,295
	5,718	5,778	5,885	6,019	6,135	6,263	6,306
	5,684	5,757	5,854	5,980	6,102	6,234	6,312
	5,711	5,780	5,883	6,000	6,113	6,246	6,307
	5,686	5,742	5,841	6,066	6,095	6,241	6,298
	5,681	5,743	5,841	5,963	6,027	6,208	6,281
	5,677	5,740	5,848	5,962	6,089	6,233	6,311
	5,688	5,734	5,764	5,970	6,094	6,228	6,296

Versuchsreihe 3

Optosil-Xantopren blau; basale Abflußrillen

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
Istwert des							
Stumpfes (mm)	5,715	5,760	5,874	5,936	6,106	6,270	6,344
	5,741	5,783	5,922	6,048	6,152	6,281	6,313
	5,672	5,806	5,913	6,024	6,143	6,271	6,309
	5,707	5,808	6,018	6,023	6,111	6,207	6,261
	5,667	5,730	5,824	5,947	6,054	6,175	6,254
	5,664	5,715	5,825	5,925	6,041	6,157	6,213
	5,669	5,705	5,855	5,988	6,103	6,228	6,292
	5,668	5,770	5,859	5,950	6,096	6,213	6,281
	5,716	5,733	5,837	5,937	6,060	6,191	6,294
	5,710	5,741	5,848	5,939	6,057	6,188	6,255
	5,685	5,689	5,820	5,946	6,061	6,236	6,323
	5,708	5,730	5,823	5,911	6,074	6,201	6,280
	5,768	5,847	5,931	6,035	6,138	6,243	6,299
	5,762	5,855	5,937	6,036	6,135	6,223	6,330
	5,713	5,836	5,938	6,071	6,193	6,296	6,343
	5,723	5,835	5,934	6,060	6,172	6,296	6,350
	5,725	5,809	5,932	6,029	6,134	6,244	6,321
	5,741	5,817	5,919	6,018	6,132	6,252	6,319
	5,736	5,791	5,902	6,018	6,101	6,246	6,304
	5,717	5,802	5,902	6,031	6,152	6,239	6,306

Versuchsreihe 4

Silaplast-Silasoft; ganzer Platzhalter 1,5 mm, basale
Abflußrillen

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Istwert des

Stumpfes (mm)	5,871	5,989	6,093	6,184	6,306	6,417	6,474
	5,839	5,985	6,084	6,188	6,311	6,428	6,491
	5,856	5,992	6,090	6,194	6,309	6,428	6,481
	5,849	5,987	6,088	6,183	6,294	6,409	6,455
	5,868	5,988	6,107	6,218	6,336	6,443	6,502
	5,869	5,993	6,100	6,202	6,302	6,406	6,455
	5,841	5,951	6,072	6,172	6,274	6,382	6,435
	5,843	5,960	6,048	6,167	6,272	6,378	6,426
	5,831	5,944	6,056	6,155	6,268	6,389	6,426
	5,832	5,938	6,039	6,153	6,253	6,368	6,400
	5,837	5,958	6,062	6,168	6,283	6,400	6,470
	5,833	5,932	6,050	6,160	6,254	6,383	6,418
	5,824	5,949	6,058	6,162	6,274	6,389	6,465
	5,846	5,917	6,009	6,152	6,266	6,358	6,411
	5,824	5,938	6,046	6,168	6,266	6,359	6,409
	5,835	5,956	6,061	6,131	6,217	6,361	6,411
	5,804	5,921	6,035	6,148	6,259	6,367	6,439
	5,763	5,929	6,029	6,136	6,233	6,338	6,404
	5,857	5,942	6,059	6,158	6,233	6,341	6,394
	5,846	5,967	6,071	6,165	6,261	6,354	6,411

Versuchsreihe 5

Optosil-Xantopren blau; ganzer Platzhalter 1,5 mm, basale
Abflußrillen

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Istwert des

Stumpfes (mm)	5,798	5,923	6,034	6,151	6,264	6,367	6,434
	5,824	5,826	6,043	6,139	6,263	6,366	6,421
	5,820	5,936	6,041	6,139	6,198	6,358	6,421
	5,823	5,939	6,040	6,139	6,208	6,355	6,418
	5,821	5,916	6,038	6,168	6,219	6,280	6,569
	5,826	5,932	6,060	6,169	6,253	6,352	6,411
	5,799	5,922	6,041	6,165	6,281	6,387	6,436
	5,833	5,949	6,061	6,172	6,283	6,379	6,430
	5,867	5,960	6,067	6,177	6,295	6,398	6,458
	5,861	5,957	6,059	6,168	6,272	6,346	6,380
	5,820	5,925	6,034	6,138	6,269	6,365	6,410
	5,807	5,930	6,037	6,141	6,265	6,383	6,418
	5,818	5,933	6,046	6,155	6,271	6,386	6,448
	5,799	5,908	6,033	6,166	6,279	6,410	6,479
	5,811	5,922	6,040	6,147	6,256	6,345	6,495
	5,811	5,918	6,033	6,164	6,261	6,358	6,409
	5,761	5,935	6,056	6,157	6,273	6,380	6,443
	5,810	5,924	6,056	6,180	6,284	6,387	6,436
	5,728	5,945	6,064	6,178	6,292	6,400	6,452
	5,824	5,940	6,062	6,175	6,267	6,363	6,400

Versuchsreihe 6

Silaplast-Siccoform; ganzer Platzhalter 1,5 mm, basale
Abflußrillen

Sollwert (mm) 5,800 5,900 6,000 6,100 6,200 6,300 6,350

Istwert des

Stumpfes (mm)	5,820	5,912	5,994	6,115	6,219	6,326	6,389
	5,898	5,921	6,022	6,117	6,209	6,309	6,377
	5,814	5,914	6,033	6,114	6,211	6,308	6,370
	5,803	5,915	6,015	6,120	6,220	6,307	6,364
	5,775	5,900	6,017	6,132	6,237	6,335	6,383
	5,803	5,910	6,014	6,122	6,224	6,322	6,384
	5,814	5,915	6,007	6,103	6,196	6,332	6,379
	5,830	5,928	6,030	6,128	6,235	6,346	6,396
	5,821	5,938	6,040	6,131	6,230	6,345	6,435
	5,813	5,930	6,031	6,136	6,244	6,348	6,394
	5,828	5,942	6,047	6,159	6,269	6,383	6,438
	5,835	5,935	6,039	6,143	6,250	6,370	6,426
	5,801	5,891	5,986	6,081	6,172	6,303	6,377
	5,813	5,904	6,013	6,114	6,216	6,268	6,369
	5,823	5,912	6,021	6,115	6,220	6,321	6,383
	5,813	5,919	6,017	6,116	6,217	6,328	6,376
	5,824	5,923	6,038	6,140	6,247	6,347	6,404
	5,824	5,988	6,041	6,146	6,257	6,363	6,425
	5,892	5,900	5,985	5,877	6,153	6,356	6,427
	5,824	5,930	6,046	6,141	6,241	6,343	6,425

Versuchsreihe 7

Silaplast-Silasoft; ganzer Platzhalter 0,7 mm, basale
Abflußrillen

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
Istwert des							
Stumpfes (mm)	5,859	5,961	6,058	6,157	6,235	6,337	6,417
	5,854	5,976	6,053	6,145	6,247	6,351	6,414
	5,855	5,961	6,068	6,168	6,263	6,365	6,421
	5,849	5,957	6,060	6,148	6,251	6,348	6,400
	5,842	5,964	6,069	6,168	6,274	6,383	6,437
	5,846	5,974	6,076	6,150	6,259	6,342	6,398
	5,829	5,943	6,039	6,126	6,223	6,341	6,392
	5,830	5,933	6,017	6,088	6,183	6,309	6,363
	5,835	5,929	6,044	6,142	6,237	6,336	6,400
	5,836	5,926	6,034	6,118	6,213	6,309	6,378
	5,863	5,954	6,056	6,157	6,258	6,339	6,373
	5,840	5,976	6,074	6,171	6,267	6,342	6,394
	5,791	5,940	6,039	6,154	6,252	6,332	6,397
	5,849	5,958	6,050	6,160	6,244	6,300	6,327
	5,787	5,897	5,996	6,106	6,203	6,325	6,381
	5,798	5,945	5,997	6,092	6,211	6,300	6,350
	5,858	5,981	6,076	6,170	6,271	6,358	6,413
	5,850	5,988	6,086	6,182	6,290	6,386	6,405
	5,820	5,920	6,010	6,113	6,206	6,301	6,353
	5,820	5,909	5,996	6,084	6,202	6,296	6,349

Versuchsreihe 8

Silaplast-Silasoft; basale und seitliche Abflußrillen

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
Istwert des							
Stumpfes (mm)	5,708	5,888	6,018	6,141	6,248	6,350	6,397
	5,769	5,850	5,942	6,049	6,158	6,310	6,324
	5,836	5,958	6,163	6,169	6,265	6,368	6,411
	5,779	5,859	5,949	6,050	6,154	6,251	6,310
	5,799	5,910	6,040	6,146	6,260	6,361	6,421
	5,761	5,834	5,938	6,033	6,119	6,233	6,298
	5,786	5,869	5,963	6,049	6,176	6,289	6,352
	5,799	5,879	5,983	6,078	6,181	6,283	6,339
	5,819	5,928	6,031	6,139	6,254	6,370	6,473
	5,784	5,862	5,956	6,049	6,155	6,244	6,324
	5,824	5,975	6,079	6,188	6,280	6,368	6,410
	5,820	5,939	6,060	6,177	6,291	6,397	6,448
	5,770	5,831	5,928	6,017	6,125	6,233	6,290
	5,788	5,867	5,966	6,075	6,190	6,294	6,350
	5,827	5,932	6,058	6,160	6,261	6,381	6,430
	5,792	5,858	5,955	6,058	6,175	6,280	6,332
	5,901	5,939	6,017	6,119	6,232	6,330	6,378
	5,793	5,876	5,973	6,070	6,171	6,279	6,336
	5,805	5,868	5,974	6,066	6,171	6,286	6,341
	5,785	5,873	5,974	6,083	6,189	6,291	6,359

Versuchsreihe 9

Optosil-Xantopren blau; basale und seitliche Abflußrillen

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
Istwert des							
Stumpfes (mm)	5,723	5,803	5,904	6,006	6,085	6,202	6,228
	5,716	5,803	5,902	5,999	6,054	6,191	6,260
	5,697	5,766	5,859	5,965	6,056	6,178	6,256
	5,804	5,959	6,060	6,154	6,257	6,342	6,378
	5,778	5,891	6,025	6,122	6,208	6,310	6,368
	5,754	5,824	5,965	6,082	6,159	6,212	6,253
	5,716	5,783	5,871	5,971	6,067	6,182	6,287
	5,785	5,939	6,056	6,160	6,259	6,354	6,406
	5,811	5,931	6,038	6,131	6,220	6,301	6,300
	5,790	5,876	5,975	6,074	6,186	6,285	6,390
	5,735	5,886	6,036	6,137	6,213	6,318	6,383
	5,708	5,723	5,824	5,930	6,030	6,155	6,236
	5,711	5,812	5,909	6,013	6,143	6,300	6,431
	5,760	5,865	5,987	6,102	6,208	6,311	6,380
	5,773	5,842	5,931	6,010	6,119	6,232	6,293
	5,794	5,829	5,946	6,074	6,185	6,291	6,349
	5,798	5,905	6,017	6,123	6,219	6,312	6,364
	5,747	5,825	5,901	5,990	6,108	6,222	6,322
	5,794	5,865	5,975	6,071	6,177	6,276	6,331
	5,779	5,854	5,963	6,068	6,161	6,270	6,352

Versuchsreihe 10

Silaplast-Silasoft; basale Abflußrillen, basaler
Platzhalter

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Istwert des

Stumpfes (mm)	5,761	5,807	5,935	6,057	6,169	6,349	6,420
	5,772	5,835	5,943	6,058	6,174	6,378	6,439
	5,753	5,826	5,930	6,040	6,178	6,360	6,428
	5,733	5,814	5,923	6,040	6,171	6,372	6,430
	5,757	5,827	5,938	6,046	6,180	6,346	6,414
	5,747	5,827	5,938	6,038	6,167	6,333	6,404
	5,757	5,805	5,924	6,037	6,173	6,363	6,440
	5,751	5,816	5,933	6,038	6,169	6,357	6,420
	5,771	5,836	5,892	6,032	6,143	6,268	6,417
	5,758	5,845	5,944	6,043	6,195	6,358	6,435
	5,719	5,761	5,874	6,030	6,189	6,381	6,457
	5,707	5,770	5,905	6,022	6,160	6,373	6,453
	5,756	5,803	5,922	6,048	6,178	6,341	6,400
	5,756	5,822	5,924	6,052	6,177	6,342	6,399
	5,772	5,848	5,953	6,000	6,177	6,387	6,483
	5,761	5,836	5,949	6,017	6,184	6,370	6,468
	5,744	5,809	5,914	6,030	6,151	6,340	6,394
	5,738	5,803	5,899	6,025	6,150	6,356	6,425
	5,701	5,769	5,868	5,995	6,124	6,360	6,452
	5,716	5,774	5,897	6,016	6,154	6,381	6,447

Versuchsreihe 11

Silaplast-Silasoft; basale und seitliche Abflußrillen,
basaler Platzhalter

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Istwert des

Stumpfes (mm)	5,758	5,853	5,953	6,054	6,179	6,384	6,472
	5,852	5,990	6,115	6,217	6,319	6,415	6,468
	5,819	5,920	6,000	6,080	6,186	6,401	6,485
	5,814	5,915	6,019	6,122	6,217	6,377	6,437
	5,799	5,871	5,975	6,082	6,198	6,356	6,425
	5,792	5,886	5,970	6,092	6,219	6,342	6,400
	5,787	5,878	5,997	6,108	6,226	6,366	6,432
	5,787	5,846	5,959	6,072	6,176	6,353	6,416
	5,775	5,867	5,972	6,069	6,198	6,360	6,416
	5,791	5,870	5,965	6,064	6,185	6,356	6,419
	5,815	5,932	6,058	6,154	6,260	6,376	6,429
	5,772	5,853	5,946	6,062	6,182	6,373	6,437
	5,745	5,912	5,991	6,096	6,201	6,372	6,450
	5,788	5,926	6,000	6,069	6,141	6,328	6,430
	5,849	5,992	6,107	6,211	6,280	6,417	6,451
	5,788	5,912	5,973	6,046	6,193	6,410	6,498
	5,780	5,867	5,966	6,064	6,178	6,395	6,448
	5,847	6,011	6,109	6,209	6,302	6,406	6,452
	5,745	5,855	5,964	6,072	6,182	6,284	6,333
	5,761	5,842	5,957	6,058	6,178	6,274	6,408

Versuchsreihe 12

Delicron

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Istwert des

Stumpfes (mm)	5,805	5,890	5,960	6,027	6,154	6,269	6,316
	5,796	5,885	5,993	6,088	6,191	6,310	6,350
	5,835	5,916	6,020	6,120	6,214	6,307	6,350
	5,819	5,917	5,998	6,100	6,198	6,303	6,349
	5,794	5,927	5,975	6,095	6,198	6,292	6,349
	5,797	5,880	5,981	6,085	6,192	6,286	6,332
	5,783	5,881	5,970	6,075	6,182	6,269	6,316
	5,805	5,945	6,057	6,166	6,264	6,344	6,373
	5,816	5,906	6,000	6,106	6,210	6,303	6,350
	5,804	5,914	6,028	6,119	6,206	6,302	6,343
	5,824	5,900	5,994	6,105	6,186	6,255	6,312
	5,827	5,902	6,005	6,094	6,177	6,260	6,317
	5,813	5,908	6,003	6,110	6,212	6,315	6,375
	5,819	5,905	6,011	6,100	6,218	6,328	6,374
	5,808	5,900	6,007	6,073	6,193	6,280	6,337
	5,815	5,923	6,015	6,118	6,217	6,289	6,341
	5,753	5,827	5,967	6,065	6,176	6,304	6,386
	5,793	5,816	5,947	6,051	6,173	6,288	6,381
	5,837	5,873	6,072	6,157	6,189	6,323	6,409
	5,748	5,890	6,084	6,162	6,232	6,235	6,312

Versuchsreihe 13

Permagum

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Istwert des

Stumpfes (mm)	5,820	5,916	6,028	6,123	6,216	6,349	6,372
	5,810	5,907	6,020	6,124	6,225	6,329	6,367
	5,826	5,937	6,041	6,137	6,239	6,332	6,384
	5,830	5,937	6,037	6,130	6,223	6,317	6,362
	5,814	5,919	6,025	6,122	6,221	6,305	6,369
	5,823	5,923	6,014	6,116	6,217	6,318	6,371
	5,824	5,928	6,027	6,126	6,225	6,313	6,358
	5,826	5,930	6,029	6,118	6,224	6,320	6,354
	5,820	5,892	5,991	6,125	6,239	6,336	6,366
	5,871	5,889	6,001	6,129	6,219	6,308	6,351
	5,829	5,927	6,026	6,126	6,235	6,328	6,385
	5,811	5,918	6,029	6,126	6,225	6,302	6,371
	5,832	5,919	6,008	6,093	6,209	6,314	6,347
	5,818	5,900	5,990	6,094	6,214	6,316	6,374
	5,797	5,914	6,016	6,117	6,213	6,309	6,365
	5,813	5,906	6,011	6,110	6,211	6,319	6,357
	5,819	5,917	6,016	6,121	6,225	6,322	6,364
	5,809	5,913	6,014	6,118	6,232	6,318	6,377
	5,807	5,899	6,019	6,110	6,213	6,304	6,342
	5,776	5,901	6,013	6,117	6,219	6,306	6,376

Versuchsreihe 14

Siccoform

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Istwert des

Stumpfes (mm)	5,790	5,882	5,988	6,092	6,200	6,310	6,359
	5,799	5,892	5,999	6,092	6,198	6,302	6,355
	5,799	5,888	5,994	6,094	6,194	6,314	6,365
	5,815	5,900	6,003	6,095	6,197	6,309	6,357
	5,789	5,886	5,983	6,076	6,203	6,314	6,370
	5,792	5,879	5,986	6,087	6,191	6,305	6,357
	5,806	5,895	5,994	6,092	6,187	6,272	6,313
	5,798	5,888	5,994	6,109	6,208	6,293	6,343
	5,803	5,897	5,993	6,094	6,200	6,310	6,361
	5,808	5,892	5,980	6,066	6,170	6,270	6,323
	5,803	5,888	5,984	6,089	6,188	6,299	6,367
	5,802	5,890	5,987	6,088	6,198	6,300	6,355
	5,779	5,878	5,997	6,100	6,189	6,279	6,326
	5,786	5,894	6,010	6,105	6,208	6,302	6,344
	5,800	5,881	5,976	6,068	6,173	6,260	6,314
	5,805	5,876	5,976	6,061	6,167	6,250	6,313
	5,786	5,872	5,972	6,075	6,187	6,301	6,362
	5,814	5,878	5,977	6,073	6,201	6,296	6,359
	5,795	5,880	5,986	6,083	6,193	6,289	6,362
	5,798	5,879	5,979	6,079	6,194	6,285	6,345

Versuchsreihe 15

Impregum

Sollwert (mm)	5,800	5,900	6,000	6,100	6,200	6,300	6,350
Istwert des							
Stumpfes (mm)	5,822	5,917	6,021	6,122	6,228	6,315	6,355
	5,800	5,917	6,024	6,121	6,224	6,310	6,358
	5,825	5,929	6,022	6,114	6,202	6,287	6,359
	5,846	5,918	6,017	6,114	6,209	6,293	6,333
	5,816	5,926	6,024	6,113	6,213	6,309	6,356
	5,832	5,930	6,027	6,131	6,223	6,304	6,347
	5,819	5,899	6,010	6,108	6,205	6,301	6,367
	5,812	5,912	6,015	6,113	6,202	6,300	6,356
	5,815	5,904	6,018	6,113	6,215	6,306	6,358
	5,813	5,901	6,002	6,112	6,209	6,298	6,355
	5,931	5,939	6,028	6,125	6,210	6,294	6,327
	5,823	5,932	6,034	6,127	6,224	6,319	6,347
	5,846	5,936	6,020	6,122	6,213	6,301	6,359
	5,824	5,923	6,025	6,114	6,213	6,300	6,361
	5,806	5,915	6,014	6,118	6,219	6,311	6,359
	5,825	5,925	6,020	6,121	6,208	6,312	6,359
	5,813	5,909	6,015	6,139	6,219	6,311	6,395
	5,814	5,920	6,025	6,115	6,214	6,309	6,354
	5,816	5,923	6,028	6,121	6,224	6,313	6,362
	5,823	5,929	6,029	6,121	6,220	6,318	6,350

Herrn Prof. Dr. K. Lehmann, Leiter der Abteilung für Vorklinische Prothetik der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Philipps-Universität Marburg, danke ich für die Überlassung des Themas und seine hervorragende Unterstützung.

Das Correferat übernahm Prof. Dr. Dr. W.T. Klötzer. Die statistische Auswertung gelang mit Unterstützung von Prof. Dr. G. Ahrens.

An der drucktechnischen Herstellung dieser Arbeit waren meine Eltern, Frau Elvira Probst und Frau Annette Kreuzberger entscheidend beteiligt.

Allen diesen Personen danke ich für ihre freundliche Unterstützung.

Meine akademischen Lehrer waren die Damen und Herren Professoren und Dozenten an der Philipps-Universität in Marburg/Lahn:

Ahrens, Amon, Balzer, Bernhard, Bode, Castenholz, Dimmroth, Dietrich, Floréz, Friedrich, Haberich, Hennis, Hensel, Heuser, Hering, Janke, Karlson, Klötzer, Koransky, Lehmann, Niemeyer, Petry, Pfütz, Richter, Rohen, Rupec, Schienbein, Schiff, Schmidt, Schmitz-Moormann, Schneider, Schnell, Schulte-Hermann, Thöns, Troidl.

Lebenslauf

Mein Name ist

Burgdorf, Hans-Otto, geboren

1948 am 17. September in Clausthal-Zellerfeld

1955 Einschulung in die Volksschule Zellerfeld

1959 Wechsel zum Robert-Koch-Gymnasium in
Clausthal-Zellerfeld

1962 Wechsel zur Realschule in Clausthal-Zellerfeld

1966 Erhalt der Mittleren Reife und

Beginn einer Lehre als Rundfunk- und Fernseh-
mechaniker bei der Fa. Kuba-Imperial in
Freiheit/Osterode

1969 Ablegen der Gesellenprüfung im Fach Rundfunk-
und Fernsehmechanik mit Erhalt des Fach-
arbeiterbriefs

1969 Beginn eines Lehrgangs zur Erlangung der Hoch-
schulreife an dem Hessenkolleg in Kassel

1972 Ablegen der Reifeprüfung am Hessenkolleg in Kassel

1972 Beginn des Studiums der Zahnheilkunde an der
Philipps-Universität in Marburg

1977 Ablegen des Staatsexamens der Zahnmedizin an
der Universität Marburg

Seit Januar 1978 absolviere ich den Grundwehrdienst
bei der Bundeswehr

City Schnelldruck, Marcusstraße 10, 8700 Würzburg